

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA**



**“Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad de la
vid variedad Garnacha tinta”**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

PRESENTA

SABDY JARETH CRUZ RAMIREZ

Tijuana, B.C., junio de 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA
COORDINACIÓN DE EXTENSIÓN Y VINCULACIÓN

" 2023, AÑO DE LA CONCIENCIACIÓN SOBRE LAS PERSONAS CON TRANSTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA "

FOLIO No. 057

Tijuana, Baja California, a 29 de mayo de 2023

C. SABDY JARETH CRUZ RAMIREZ

PASANTE DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

PRESENTE:


El tema de trabajo y/o tesis para su examen profesional, en la
opción de Tesis

es propuesto, por el **Dr. Iván Córdova Guerrero y la Dra. Laura Janeth Díaz Rubio**, quienes serán los responsables de la calidad del trabajo que usted presente, referido al tema: **"Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad de la vid variedad Garnacha tinta"**, el cual deberá usted desarrollar, de acuerdo con el siguiente orden:


RESUMEN

- I. INTRODUCCIÓN
- II. HIPÓTESIS
- III. OBJETIVOS
- IV. ANTECEDENTES
- V. METODOLOGÍAS
- VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS
- VII. CONCLUSIONES
- VIII. BIBLIOGRAFÍA




Dr. Iván Córdova Guerrero
Director de Tesis


Dra. Laura Janeth Díaz Rubio
Co- Directora de Tesis


M.C. Roberto Alejandro Reyes Martínez
Director


Dra. Ana Alejandra Ramírez Rodríguez
Subdirectora

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Iván Córdova y la Dr. Laura Diaz, que me recibieron en el Laboratorio de productos naturales desde el programa de ayudantías y posteriormente como tesista.

A Ángel Guzmán, amigo y compañero de laboratorio, los resultados de este trabajo son tanto míos como tuyos.

A mi madre y mi hermano, por su apoyo en cada etapa de mi carrera.

RESUMEN

La vid (*Vitis vinifera* L.) es una de las plantas frutales más importantes en el mundo, presentando un gran número de variedades con distintas características. El uso de bioestimulantes se ha convertido en una práctica común en la viticultura, ya que proporcionan una amplia gama de beneficios; Especialmente se ha observado que la aplicación de antioxidantes es beneficioso para mejorar el rendimiento de la cosecha y la calidad del fruto. Por eso este trabajo tiene como objetivo determinar el efecto del ácido salicílico (AS) y los componentes bioactivos del té verde, en los parámetros de calidad de la uva garnacha tinta. Para su desarrollo se prepararon distintas formulaciones a diferentes concentraciones de AS y fueron aplicadas en un viñedo durante la época de enero. Se recolectaron las bayas y se realizaron diferentes análisis físicos y químicos. Como resultados se observó que la presencia de ácido salicílico en las formulaciones mejoró los distintos parámetros medidos en la baya, como el tamaño, peso y coloración de las bayas; la acidez; los grados Brix y la concentración de polifenoles.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	I
ÍNDICE DE TABLAS	II
ÍNDICE DE GRÁFICAS	III
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	IV
INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	5
OBJETIVOS	6
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS PARTICULARES	6
ANTECEDENTES	7
VALOR NUTRICIONAL	7
POLIFENOLES EN LA UVA	8
FENOLOGÍA DE LA VID	9
VARIEDADES DE UVA EN EL NORESTE DE MÉXICO Y GARNACHA TINTA	11
CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN UVA PARA VINO	12
ESTRÉS BIÓTICO Y ABIÓTICO EN LA VID	13
BIOESTIMULANTES	14
USO DE BIOESTIMULANTES EN LA VID	15
TÉ VERDE	16
ÁCIDO SALICÍLICO	17
METODOLOGÍAS	19
PREPARACIÓN DE SOLUCIONES	19
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS	19
EVALUACIÓN FÍSICA	20
EVALUACIÓN QUÍMICA	22
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
EVALUACIÓN FÍSICA	26
EVALUACIÓN QUÍMICA	33
CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
APÉNDICES	42
TÉCNICAS EXPERIMENTALES	43

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PRINCIPALES CLASES DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN <i>V. VINIFERA</i> .	8
FIGURA 2. FRANJA DEL VINO.	12
FIGURA 3. PRINCIPALES CATEQUINAS EN <i>C. SINENSIS</i> .	17
FIGURA 4. CATEGORÍAS DE COLORACIÓN EN RACIMOS.	20
FIGURA 5. RACIMOS.	21
FIGURA 6. BAYAS DESHIDRATADAS.	22
FIGURA 7. DETERMINACIÓN DE PH Y SST.	22
FIGURA 8. DETERMINACIÓN DE GRADOS BRIX.	23
FIGURA 9. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS.	24
FIGURA 10. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES.	25

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PRODUCCIÓN NACIONAL DE UVA FRUTA.	2
TABLA 2. PRODUCCIÓN NACIONAL DE UVA INDUSTRIAL.	3
TABLA 3. PRODUCCIÓN NACIONAL DE UVA PASA.	3
TABLA 4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA UVA FRUTA.	7
TABLA 5. EFECTOS BENÉFICOS DE ALGUNOS BIOESTIMULANTES UTILIZADOS EN LA VID.	16
TABLA 6. CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO SALICÍLICO EN CADA TRATAMIENTO EVALUADO.	19
TABLA 7. ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS EVALUADOS.	20
TABLA 8. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE COLORACIÓN DE LAS BAYAS.	27
TABLA 9. RESULTADOS DEL GROSOR DE RAQUIS.	31
TABLA 10. RESULTADOS DE PH Y SST EN LAS BAYAS DE VID.	33
TABLA 11. RESULTADOS DE GRADOS BRIX.	34
TABLA 12. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES.	35

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. CURVA DE CALIBRACIÓN DE ÁCIDO GÁLICO.	25
GRÁFICA 2. PESO PROMEDIO DE LAS BAYAS CON CADA TRATAMIENTO.	28
GRÁFICA 3. PESO PROMEDIO DEL RACIMO CON CADA TRATAMIENTO.	28
GRÁFICA 4. DIÁMETRO POLAR DE LA BAYA.	29
GRÁFICA 5. DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA BAYA.	30
GRÁFICA 6. PESO DEL RAQUIS.	31
GRÁFICA 7. CONTENIDO DE AGUA.	32

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

°B = grado Brix

°C = grado centígrado

ADN = ácido desoxirribonucleico

AS = ácido salicílico

g = gramos

ha = hectárea

kcal = kilocaloría

kJ = kilojoule

L = Litros

mg = miligramo

mL = mililitros

nm = nanómetro

OIV = Organización Internacional de la Viña y el Vino

pH = potencial de hidrogeno

UV = ultravioleta

SST = Sólidos solubles totales

µg = microgramo

µL = microlitro

µgEAG/100 gES = µg equivalentes de ácido gálico por cada 100 gramos de extracto

seco

INTRODUCCIÓN

La vid (*Vitis vinifera* L.) es una de las plantas frutales más importantes en el mundo, presentando un gran número de variedades con distintas características en cuanto a sabor, color y presencia o ausencia de semillas (Castro-Lopez, 2019). En el año 2013, la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) publicó la “Lista internacional de variedades de vid y sus sinónimos”, documento en el cual se describen 6,154 variedades diferentes presentes en 35 países miembros y no miembros de esta organización, además de su clasificación en función del uso industrial (OIV, 2013). Estos usos se consideran de acuerdo a las propiedades que presenta el fruto de la vid, la uva, y son destinadas para la producción de vinos, jugos y derivados, como uva de mesa para ser consumida en fresco, y en menor porcentaje de producción como uva pasa (Almanz-Merchan, 2011). De acuerdo con datos de la OIV, tan sólo en el año 2019 la producción de uva fue de 85,027,722 toneladas a nivel mundial (OIV, 2019).

Entre los países productores de uva, México se posiciona en el lugar 25 con una producción en el año 2020 de 380 mil toneladas de uva de mesa, representando 10,083 millones de pesos. El mismo año, la producción de uva para uso industrial fue de 74 mil toneladas, con un valor de 880 millones de pesos, mientras que de uva pasa se produjeron 17 mil toneladas que representaron 292 millones de pesos (SIAP, 2020).

La viticultura mexicana continúa incorporando más superficie año con año. Sonora es el estado con mayor superficie destinada para cultivo de vid, contando con 24,102 hectáreas, seguido de Baja California con 4,696 hectáreas, lo que vuelve a la región noroeste del país una zona muy importante para el cultivo de esta especie, tanto así que, en el 2020 Sonora aportó el 92.2% del valor de la producción nacional de uva de mesa con 9 mil 297 millones de pesos (ver **Tabla 1**).

Rank	Entidad federativa	Región	Volumen (toneladas)	Variación (%) 2019-2020
	Total nacional		380,001	-6.7
1	Sonora	Noroeste	320,990	-8.5
2	Zacatecas	Noreste	42,935	3.1
3	Aguascalientes	Centro-Occidente	6,890	19.4
4	Baja California	Noroeste	5,429	20.2
5	Jalisco	Centro-Occidente	1,980	4.5
6	Coahuila	Noreste	946	1.9
7	San Luis Potosí	Centro-Occidente	476	-13.2
8	Puebla	Centro	150	29.9
9	Guanajuato	Centro-Occidente	102	-87.3
10	Baja California Sur	Noroeste	78	30.3
	Resto		25	2.8

Tabla 1. Producción nacional de uva fruta. (Fuente: SIAP, Atlas agroalimentario 2021)

Respecto a la uva de uso industrial, Zacatecas es líder en la producción aportando el 39.6% a la cosecha nacional (ver **Tablas 2 y 3**). Sin embargo, en cuanto a la venta por cultivo, Baja California obtiene los mayores ingresos, generando en el año 2020 una derrama económica de 455 millones de pesos que representan 51.7% del valor de la producción en México. Incluso, datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural en el Estado de Baja California, indican que en el mismo año la producción de uva en Baja California generó una derrama económica superior a los 710 millones de pesos, con la producción y comercialización de 28 mil 106 toneladas del fruto (AGRICULTURA, 2020), (SIAP, 2021).

Rank	Entidad federativa	Región	Volumen (toneladas)	Variación (%) 2019-2020
	Total nacional		73,519	12.1
1	Zacatecas	Noroeste	29,141	2.9
2	Baja California	Noreste	24,751	14.4
3	Aguascalientes	Centro-Occidente	6,867	5.2
4	Coahuila	Noroeste	3,565	-13.6
5	Querétaro	Centro-Occidente	2,848	84.3
6	Guanajuato	Noreste	2,665	275.9
7	Chihuahua	Centro-Occidente	1,630	62.0
8	Sonora	Centro	1,625	12.8
9	San Luis Potosí	Centro-Occidente	398	81.8
10	Nuevo León	Noroeste	29	-8.4

Tabla 2. Producción nacional de uva industrial. (Fuente: SIAP, Atlas agroalimentario 2021)

Rank	Entidad federativa	Región	Volumen (toneladas)	Variación (%) 2019-2020
	Total nacional		16,840	2.5
1	Sonora	Noroeste	16,525	3.7
2	Baja California	Noreste	315	-37.4

Tabla 3. Producción nacional de uva pasa. (Fuente: SIAP, Atlas agroalimentario 2021)

Respecto a la producción de vino mexicano, en el país se tienen registradas 207 empresas vitivinícolas, de las cuales, el 87% se encuentran en Baja California (SADER, 2016), lo cual hace que en la entidad se produzca más del 90% de los vinos mexicanos.

Como se ha estado viendo en las últimas décadas, la población a nivel mundial se encuentra en aumento. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009), las proyecciones indican que la población será de 9.1 mil millones de personas en el año 2050. De la misma manera, en México se prevé un aumentando en las próximas décadas, con cifras de 138 millones de habitantes para 2030 y 148 millones en 2050 (CONAPO, 2016).

Para garantizar la continuidad alimentaria a la población creciente, el volumen de la producción agrícola mundial debe aumentar. La (FAO, 2009) estima que para suministrar alimento a esa población sería necesario incrementar la producción de alimentos en un 70 % entre 2005 y 2050, tanto en área cultivada como en rendimiento de los cultivos (Sosa Baldivia, 2017).

A la par de este fenómeno, el cambio climático tendrá también importantes consecuencias en la producción de alimento. Entre tantas, se prevén niveles elevados de CO₂, altas temperaturas y déficit hídrico; y con ello un aumento en la ocurrencia y duración de sequías anormales, especialmente en las regiones de clima mediterráneo como la cuenca mediterránea, la zona central de Chile, el oeste de Sudáfrica, California y el sur de Australia (Kizildeniz, 2015), (Bustins, 2018).

Siendo la vid una de las especies cultivadas en este clima, y de presentar sensibilidad a cambios en la temperatura, es muy importante buscar formas alternativas para la resiliencia de los sistemas vitivinícolas, mejorar el rendimiento y asegurar la calidad del fruto de esta planta (Biasi, 2019).

HIPÓTESIS

El ácido salicílico y los productos bioactivos del té verde tienen un efecto en la calidad y rendimiento de la uva variedad Garnacha tinta.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el efecto del ácido salicílico y los componentes bioactivos del té verde, en los parámetros de calidad de la uva garnacha tinta.

Objetivos particulares

1. Desarrollar diferentes formulaciones utilizando como principio activo ácido salicílico y extractos de té verde.
2. Llevar a cabo la aplicación foliar de los productos elaborados en un viñedo durante la fase de envero.
3. Evaluar el efecto del ácido salicílico y la composición química del té verde sobre el crecimiento y maduración de la uva considerando parámetros físicos: coloración del racimo, peso fresco de la baya y racimo, diámetro de la baya, peso y grosor del raquis y contenido de agua.
4. Evaluar el efecto del ácido salicílico y la composición química del té verde sobre el crecimiento y maduración de la uva considerando parámetros químicos: pH, sólidos solubles totales, grados Brix y polifenoles totales.

ANTECEDENTES

Valor nutricional

La uva contiene una amplia gama de fitoquímicos que le proporcionan propiedades nutricionales y farmacológicas. Aunque la mayor parte de su contenido es agua, su aporte de hidratos de carbono es alto en comparación con otras frutas. Estos hidratos de carbono son de fácil asimilación como glucosa, fructosa, sacarosa, dextrosa y levulosa, por lo que proporciona mucha energía. (Valero Gaspar, 2018) También contiene cantidades destacables de fibra, vitaminas (B6, C y ácido fólico) y minerales (principalmente potasio, además de calcio y fósforo) como se observa en la **Tabla 4**.

	Por 100 g de porción comestible		Por 100 g de porción comestible
Porción comestible	0.70 %	Ca	16.00 mg
Energía	68.00 kcal	P	13.00 mg
	285.00 kJ	Fe	1.00 mg
Agua	80.70 g	Na	2.00 mg
Cenizas	0.30 g	K	168.00 mg
Extracto etéreo	0.70 g	Mg	7.60 mg
Ácidos grasos saturados	0.19 g	Cu	0.09 mg
Ácidos grasos monoinsaturados	0.02 g	Zn	0.47 mg
Ácidos grasos poliinsaturados	0.13 g	Mn	0.07 mg
Colesterol	0.00 mg	Se	0.00 mg
Proteína bruta	0.37 g	Vitamina A	2.00 µg
Hidratos de carbono	16.70 g	Carotenos	0.03 mg
Azúcares	14.40 g	B-Carotenos	0.02 mg
Fibra bruta	0.50 g	Vitamina B1	0.04 mg
Fibra Dietaria Total	0.98 g	Vitamina B2	0.02 mg
Fibra Dietaria Insoluble	0.90 g	Niacina	1.04 mg
		Ácido ascórbico	3.90 mg
		Vitamina B6	0.11 mg
		Vitamina B12	0.00 µg
		Ácido fólico	4.00 µg

Tabla 4. Composición nutricional de la uva fruta. (Fuente: INCMNSZ, Tabla de Composición de Alimentos y Productos Alimenticios Mexicanos 2015)

Polifenoles en la uva

Los compuestos fenólicos son los principales fitoquímicos de la uva. Estos constituyen uno de los grupos de productos naturales más numerosos y ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Además de ser parte integral de la dieta humana, considerándose no esenciales, pero biológicamente activos (Mulero, 2015), (Castro-Lopez, 2019), (Akaberi, 2016).

Los polifenoles de origen vegetal pueden ser muy variados estructuralmente, desde especies simples como los ácidos fenólicos, hasta compuestos altamente polimerizados como los taninos. En la uva, los fenoles aparecen a medida que cambia de color, sustituyendo a la clorofila (Mulero, 2015). En la piel, semillas y tallos predominan los compuestos de tipo flavonoide, mientras que en la pulpa abundan otro tipo de compuestos como azúcares. Se estima que las semillas contienen el 65% de los polifenoles del racimo, el tallo el 22%, la piel el 12% y la pulpa solo el 1%.

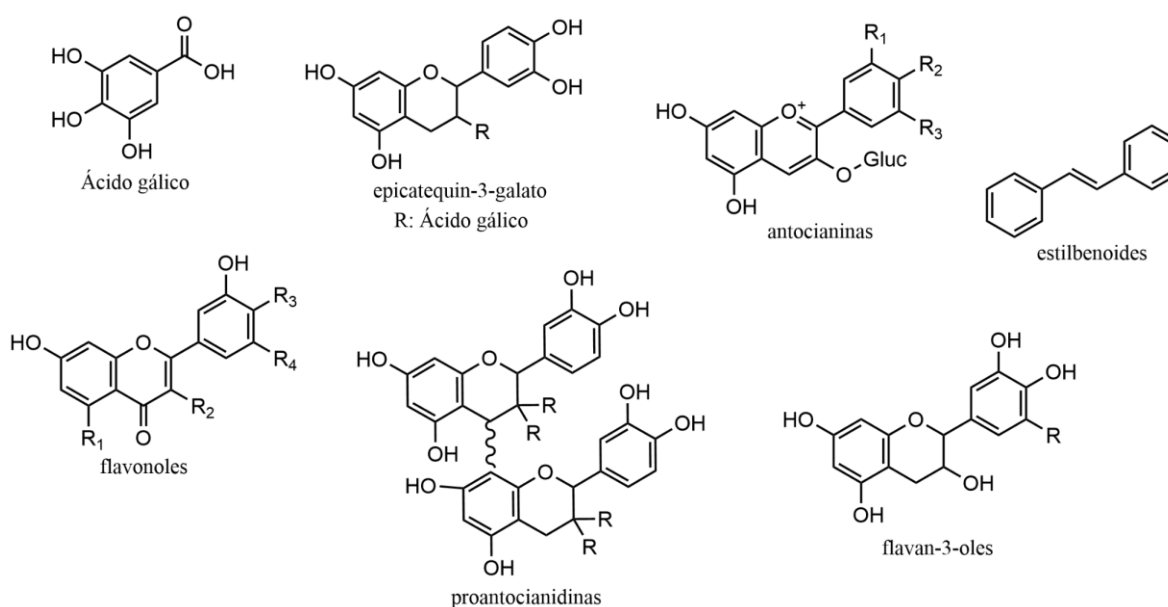


Figura 1. Principales clases de compuestos fenólicos en *V. vinifera*. (Mulero, 2015)

El daño oxidativo a los componentes celulares como el ADN, las proteínas y los lípidos, se acumula con el paso del tiempo y contribuye a la degeneración de las células y al desarrollo de enfermedades degenerativas características del envejecimiento (Scalbert,

2005). Los polifenoles son conocidos por su capacidad de actuar como antioxidantes, gracias a que los grupos fenólicos pueden aceptar un electrón para formar radicales fenoxilo relativamente estables, interrumpiendo las reacciones de oxidación en las células. De esta manera, los fenoles limitan el riesgo de enfermedades degenerativas asociadas al estrés oxidativo, ya sea al actuar directamente sobre las especies reactivas del oxígeno o al estimular los sistemas de defensa endógenos. En la actualidad, la amplia evidencia de los beneficios de las moléculas antioxidantes en diversos problemas de salud y envejecimiento ha despertado gran interés en el estudio de las fuentes naturales de estas moléculas, como lo son las uvas y, en consecuencia, el vino (Mulero, 2015), (Scalbert, 2005).

Fenología de la vid

La vid es una especie autóctona del sur de Europa y Asia occidental que se cultiva hoy en día en casi todos los climas del mundo a pesar de que requiere un conjunto muy específico de condiciones (Nassiri-Asl, 2009). La vid es un arbusto caducifolio que necesita de la acumulación de un determinado número de horas frío para salir del periodo de endolencia, en este sentido, cada variedad tiene su propia temperatura fisiológica base donde el promedio durante la temporada de crecimiento de 12°C a 24°C. Otros parámetros climáticos importantes en el cultivo incluyen la precipitación, el suelo y la radiación solar, ya que la vid es una planta heliófila, es decir, que requiere de luz solar en abundancia. (Köse, 2014), (Almanz-Merchan, 2011)

El ciclo de la vid está representado por el crecimiento y desarrollo de los órganos vegetativos (raíces, hojas, yemas, etc.), pero también se incluye el almacenamiento de sustancias de reservas (agostamiento) y el inicio al reposo o dormición de yemas. (Almanz-Merchan, 2011). Este ciclo se divide en varias etapas que dependerán de la concentración de diversas moléculas señalizadoras:

- 1) **Lloro de la vid.** Luego de la poda, comienza a brotar la savia bruta en los cortes producidos, esto indica el inicio de la etapa de crecimiento.

- 2) **Brotamiento.** Empieza a observarse el efecto estimulante en los tejidos meristemáticos de las yemas. El estímulo del crecimiento se atribuye a un cambio en el equilibrio entre estimuladores e inhibidores endógenos. Por ejemplo, la proporción de ácido indol acético y citoquinina superior al ácido abscísico puede regular la actividad de división celular en el ápice; el efecto del ácido giberélico por sobre el ácido abscísico, corresponde a la extensión de los entrenudos; a su vez, una disminución en la concentración de compuestos estimuladores, como el ácido abscísico, estaría relacionado con el término del crecimiento
- 3) **Floración y fecundación.** En esta etapa las giberelinas promueven el desarrollo de las inflorescencias y la diferenciación de los órganos florales. La fecundación ocurrirá pocos días después de la polinización.
- 4) **Cuajado.** Este proceso consiste en el desarrollo de flores fecundadas a frutos, incluyendo el desarrollo de las semillas. La concentración de ácido málico aumenta con el número de semillas, mientras que las concentraciones de azúcares, ácido tartárico, ácido cítrico y nitrógeno disminuyen.
- 5) **Crecimiento, desarrollo y madurez del fruto.** El desarrollo de las bayas, que empieza con la polinización y continúa hasta su madurez. En esta etapa ocurre un incremento en características físicas de la calidad del fruto, como el volumen, tamaño, color, y dureza; así como una evolución de características químicas como la concentración de azúcares, compuestos fenólicos y la acidez.
- 6) **Abscisión.** La abscisión de flores y frutos pequeños se inicia normalmente con la floración y finaliza dos semanas después de ésta. El etileno y su precursor, el ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico, son factores importantes en la caída de los frutos, actuando en la zona de abscisión estimulando la síntesis de hidrolasas.
- 7) **Agoste.** Es el periodo que abarca desde poco antes de la cosecha hasta el reposo invernal. En este lapso se produce la inducción al reposo metabólico en los tejidos, descartando toda actividad inductora de crecimiento celular. En climas templados, el agoste inicia con las primeras temperaturas bajas de otoño y termina con las primeras temperaturas cálidas de primavera (Almanz-Merchan, 2011), (Salcedo Pfoccori, 2014).

La quinta etapa (mencionada arriba) que abarca el crecimiento, desarrollo y madurez del fruto, a su vez se divide en tres fases:

- **Etapa de la baya verde.** Se caracteriza por un rápido aumento de tamaño, especialmente de la semilla. La uva sin madurar es dura y de acidez alta debido a la gran cantidad de ácidos como el tartárico, málico y en menor proporción, ácido cítrico.
- **Envero.** En esta etapa la uva cambia de color. Los ácidos orgánicos disminuyen su concentración mientras que los azúcares aumentan, esto debido a que el contenido de clorofila y su actividad van disminuyendo. En la baya se produce un alto en la síntesis de estimulantes del crecimiento y a su vez, un aumento de la cantidad de ácido abscísico que promoverá el cese del crecimiento.
- **Maduración.** Se caracteriza porque la uva ha terminado su crecimiento y ha adquirido todas sus características físicas, químicas y organolépticas buscadas. La madurez ideal debe definirse para cada zona vitícola según sean los parámetros ideales para su uso, y con esto determinar la fecha de vendimia o cosecha. La vendimia en el hemisferio norte se realiza habitualmente entre agosto y octubre (Almanz-Merchan, 2011).

Variedades de uva en el noreste de México y garnacha tinta

Las llamadas “Franjas del Vino” son dos regiones que, por su ubicación geográfica y factores climáticos como la temperatura, la humedad y el viento, son las más adecuadas para la producción de vid para vino. Estas regiones son las que atraviesan las latitudes 30° y 50° en el hemisferio norte, y latitudes 30° y 40° sobre el hemisferio sur. En México, la Franja del Vino atraviesa Baja California y una parte de Sonora (SADER, 2018).

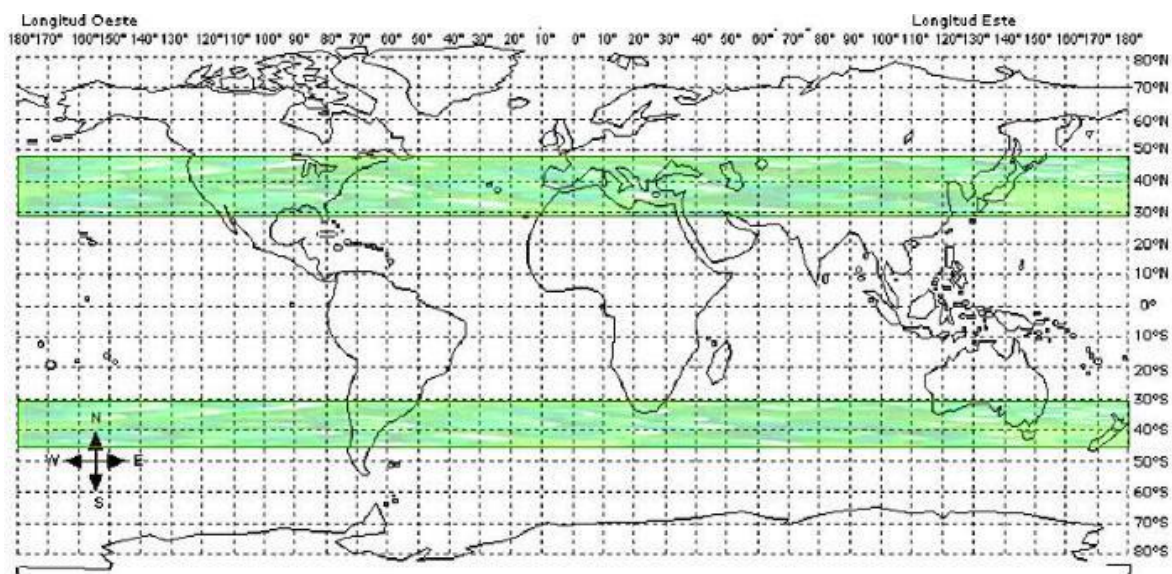


Figura 2. Franja del vino. (Castillo-Expósito, 2021)

En la zona noroeste de México se cultiva una amplia gama de variedades de uva para la producción de vino, especialmente las adaptadas a climas cálidos y secos. Las principales variedades para vino blanco son Chenin Blanc, Sauvignon Blanc y Chardonnay; mientras que para vino tinto se incluyen Nebbiolo, Zinfandel, Merlot, Barbera, Malbec, Petit Verdot, Syrah, Petit Syrah, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Tempranillo y Garnacha tinta (Castillo-Expósito, 2021).

La Garnacha es la variedad de uva tinta más plantada en el mundo y la segunda de todas las variedades, ocupando más de 378.000 ha, de las cuales el 72% está en España, de donde es nativa, y se considera resistente a la sequía y bien adaptada a las regiones mediterráneas (De Andrés-de Prado, 2007), (Vuerich, 2022).

Características de calidad en uva para vino

La calidad de los frutos generalmente se relaciona con algunos de sus atributos físicos (peso, firmeza y color) y químicos (contenido de sólidos solubles, acidez total y pH), pero en el caso de la vid cultivada para vino, también son de interés ciertos parámetros nutricionales, como el contenido de fenoles y capacidad antioxidante, flavonoides y terpenos. Estos parámetros, en última instancia, dependen de los objetivos del productor (Rodríguez, 2020).

El monitoreo de los niveles de compuestos fenólicos en el fruto, en particular, es de gran interés debido a su aporte en el color, aroma, sabor y astringencia del vino (Gris, 2010), además, sus propiedades antioxidantes tienen efectos positivos en la estabilidad y es un indicador del “envejecimiento” del vino. Muchos factores del cultivo pueden afectar la concentración de compuestos fenólicos en la uva, como lo son el estado de crecimiento, la variedad, las condiciones ambientales y las enfermedades. Etapas más tarde, durante el proceso de vinificación, las variables que impactan en la concentración de estos compuestos son el tiempo y la temperatura de maceración, la presencia de SO₂, el pH, entre otros (Mulero, 2015).

Estrés biótico y abiótico en la vid

La calidad y el rendimiento de cultivos están influenciados por factores bióticos y abióticos. Entre los factores abióticos se encuentran la composición del suelo, extrema salinidad, acidez, temperaturas altas y bajas, sequías, contaminación, humedad, lluvia, viento y radiación ultravioleta. Mientras que los factores bióticos incluyen a bacterias, hongos o virus que causan numerosas enfermedades en las plantas. Entre las enfermedades más comunes en la vid causadas factores bióticos se encuentran la podredumbre negra (*Guignardia bidwellii*, hongo ascomiceto); el mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis* o *Plasmopara viticola*, mohos Oomicetos); el mildiu polvoriento, cenicilla u oídio (mohos del orden de Erysiphales como *Uncinula necator*); la antracnosis (hongos de los géneros *Colletotrichum*, *Gloesporium* y *Coniothyrium*); la muerte regresiva por eutipia o Brazo muerto (hongo *Eutypa lata*); la fomopsis de la hoja o excoriosis (hongo *Phomopsis* spp.) y mancha o tizón de caña (hongo *Leptosphaeria coniothyrium*) (Louime, 2010).

El rendimiento y calidad de las cosechas puede reducirse significativamente debido al estrés causado por estímulos negativos ya que los cultivos responden utilizando sus reservas de energía para combatir el estrés, en lugar de concentrarse en el rendimiento (Drobek, 2019).

Bioestimulantes

El uso de bioestimulantes se ha convertido en una práctica común en la agricultura y especialmente en la viticultura, ya que proporcionan una serie de beneficios como la regulación o modificación de los procesos fisiológicos en las plantas para estimular su crecimiento, aumentar el rendimiento y la calidad del producto, así como en la protección de los cultivos expuestos a condiciones de estrés ambiental, como la sequía, frío, altas temperaturas y la radiación UV (Souza da Costa, 2018), (Yakhin, 2017), (Popescu, 2018). Diversos compuestos orgánicos e inorgánicos, de diferentes fuentes biológicas o sintéticas, pueden tener un efecto estimulante del crecimiento vegetal.

Una definición adecuada para bioestimulante puede ser “un producto formulado de origen biológico que mejora la productividad de las plantas como consecuencia de las propiedades nuevas o emergentes del complejo de constituyentes, y no como consecuencia de la presencia única de nutrientes vegetales esenciales conocidos, reguladores del crecimiento de las plantas o compuestos protectores”. Los estimulantes naturales, principalmente sustancias sintéticas y de origen no biológico, a pesar de tener propiedades estimulantes pueden o no ser incluidos bajo el término bioestimulantes vegetales, estas sustancias incluyen fenoles, el ácido salicílico o las proteínas hidrolasas (Drobek, 2019), (Rodrigues, 2020).

El origen de los bioestimulantes es variado, por ejemplo, pueden ser obtenidos de diferentes fuentes orgánicas como la fermentación microbiana, de materias primas animales o vegetales, sustancias húmicas, extractos de algas, hidrolizados de proteínas, aminoácidos, residuos industriales y microorganismos que favorecen el crecimiento vegetal (Rodrigues, 2020).

Los bioestimulantes no se consideran un fertilizante sino un aditivo a estos, porque no aportan nutrientes directamente a las plantas, pero sí pueden facilitar su adquisición al apoyar los procesos metabólicos (Drobek, 2019).

Las aplicaciones foliares de bioestimulantes han sido ampliamente reconocidas para mejorar el crecimiento de las plantas, el rendimiento y los procesos fisiológicos de los cultivos hortícolas, además, esta técnica de aplicación es más rápida y precisa, requiere menor cantidad de bioestimulante y permite que los nutrientes sean absorbidos rápida y directamente por la hoja (Popescu, 2018).

Tradicionalmente, la fertilización en los viñedos consiste en añadir diferentes productos inorgánicos como el etefón (ácido 2-cloroetil fosfónico), el cual actúa liberando etileno dentro de los tejidos vegetales poco después de la aplicación directamente al suelo, lo que puede aumentar el riesgo de contaminación por nutrientes y reducir la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Popescu, 2018). En comparación con los fertilizantes inorgánicos, los bioestimulantes son menos costosos y, a veces, más efectivos. Además, pueden ser aplicados a semillas, suelos, rizosfera o superficies de plantas. (Arteaga Paz, 2022).

Uso de bioestimulantes en la vid

En la actualidad, el uso de bioestimulantes en cultivos de vid es común para mejorar las propiedades del fruto o del vino, obteniendo resultados positivos en diversas características que se describen en la **Tabla 5**.

Fuente del bioestimulante	Efectos benéficos
Proteínas hidrolizadas	Mejora la tolerancia al estrés hídrico, implicadas en la inmunidad y respuesta de defensa de la planta, mejora la absorción de nutrientes.
Extractos de algas	Aumenta la productividad del cultivo, calidad del fruto y asimilación de nutrientes.
Sustancias húmicas	Aumenta el crecimiento de raíces y absorción de nutrientes; mitiga los efectos del estrés por condiciones del suelo.

(Continúa...)

Fuente del bioestimulante	Efectos benéficos
Rizobacterias que promueven el crecimiento	Mejora el crecimiento y desarrollo de la vid, induce tolerancia al estrés por factores bióticos y abióticos.
Micorrizas	Aumenta la disponibilidad de nutrientes y la absorción de agua; protege a la vid contra patógenos y pestes; confiere tolerancia al estrés por factores bióticos y abióticos.

Tabla 5. Efectos benéficos de algunos bioestimulantes utilizados en la vid (Jindo, 2022).

A su vez, se han probado diversos productos naturales para su empleo como bioestimulantes, especialmente extractos de plantas. Se ha observado que la aplicación de antioxidantes es beneficioso para mejorar el crecimiento, el estado nutricional de la vid, el rendimiento de la cosecha y la calidad del fruto, además de que el contenido de compuestos fenólicos en estos extractos parece tener efectos sinérgicos en el crecimiento de cultivos frutales (Abada, 2014).

Particularmente en la vid, se han utilizado como bioestimulantes extractos de ajo, cúrcuma, flor de jamaica y té verde; junto con otras moléculas con actividad antioxidante como el ácido cítrico, ácido ascórbico y ácido salicílico (El-Salhy, 2017), (Abada, 2014).

Té verde

Se conoce que el té verde (*Camellia sinensis*) tiene un alto contenido de polifenoles, además de cafeína, teobromina, teofilina y otras metilxantinas, carotenoides, ácido ascórbico y minerales como Cr, Mn, Se o Zn (Senanayake, 2013). Los compuestos fenólicos más abundantes en el té verde son las catequinas (moléculas de flavanol polifenólico) donde la epigallocatequina-3-galato es el compuesto antioxidante más efectivo. Otras catequinas presentes son la epigallocatequina, epicatequina-3-galato y la epicatequina (Senanayake, 2013), (Afzal, 2015).

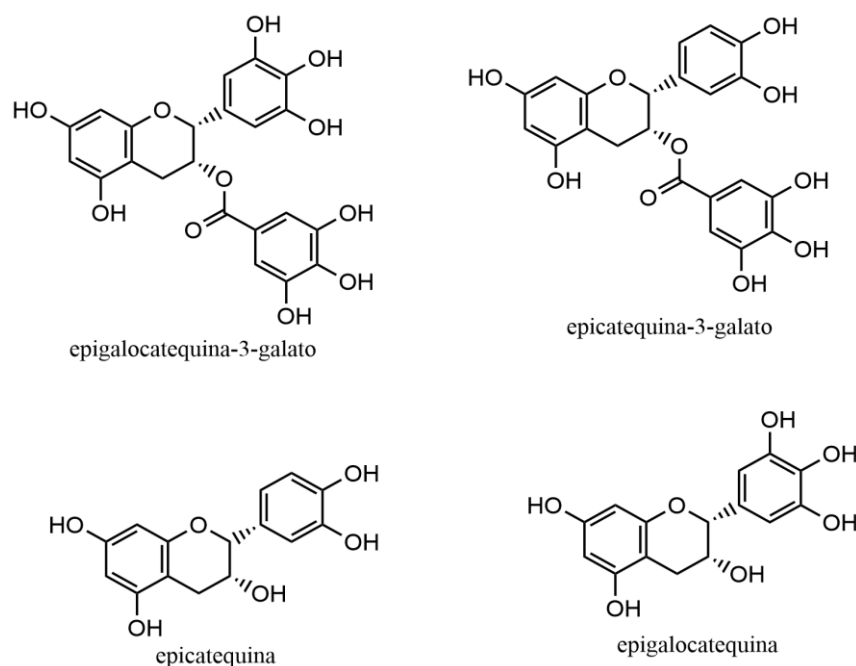


Figura 3. Principales catequinas en *C. sinensis*. (Senanayake, 2013)

Se ha observado que la aplicación de extracto de té verde en cultivos de vid mejora algunas características de calidad de la baya, como fenoles totales, antocianinas totales, azúcares totales y color (Anaya, 2022), (Mekawy, 2018).

Ácido salicílico

El ácido salicílico (AS) es un antioxidante derivado de los compuestos fenólicos, y tiene un papel como regulador endógeno del crecimiento de la planta (Oraei, 2019). Actúa en una variedad de procesos fisiológicos como el crecimiento vegetativo, fotosíntesis, respiración, homeostasis redox celular, entre otras más (Biareh, 2022), (Kumaraswamy, 2018).

Como respuesta al estrés biótico y abiótico de las plantas, el AS puede regular los niveles de especies reactivas de oxígeno estimulando la actividad de enzimas protectoras como la fenilalanina amonio liasa y las peroxidasas, las cuales promueven la biosíntesis de compuestos antioxidantes en la planta (Sariñana-Aldaco, 2020). A su vez, los niveles de este ácido son regulados según la concentración de especies

reactivas de oxígeno como H_2O_2 y de la actividad de las enzimas catalasa y peroxidasa (Khattab, 2022), (Kumaraswamy, 2018).

La aplicación exógena de AS acelera el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como también estimula la producción de metabolitos secundarios en varias especies de plantas (Khattab, 2022), (Kumaraswamy, 2018).

En vid, los tratamientos foliares de ácido salicílico mejoran las características del fruto y aceleran su madurez, alcanzando valores de calidad semejantes a los obtenidos con etefón, por lo que podría considerarse como una alternativa de uso Roustakhiz (2017), Oraei (2019), Champa (2014), Gámez Elizalde (2020).

METODOLOGÍAS

Una serie de seis tratamientos a base de ácido salicílico y té verde fueron preparados y aplicados sobre vid variedad Garnacha, en un viñedo de la localidad de San Antonio de las Minas en el municipio de Ensenada, Baja California. Al momento de aplicar las diferentes soluciones, la baya de vid se encontraba en etapa de envero.

Preparación de soluciones

Ácido salicílico a diferentes concentraciones se disolvió en agua destilada con ayuda de 20 μ L de tensoactivo (tween© 20), una vez disuelto completamente se adicionaron 5 g de fertilizante nitrogenado (Lobi© 44) y se aforó a 1 L. Para el caso de los tratamientos con té verde, este se adiciono previo al aforo. Como control positivo fueron utilizados té verde (sin AS) y el producto comercial Ethrel© preparado según las indicaciones de la etiqueta. De control negativo se utilizó agua destilada (ver **Tabla 6**).

Tratamiento	Composición
Sol-A	Ácido salicílico 400 mg/L
Sol-B	Ácido salicílico 300 mg/L
Sol-C	Ácido salicílico 200 mg/L
Sol-E	Ácido salicílico 400 mg/L + té verde
Sol-F	Ácido salicílico 300 mg/L + té verde
Sol-G	Ácido salicílico 200 mg/L + té verde

Tabla 6. Concentración de ácido salicílico en cada tratamiento evaluado.

Evaluación del efecto de los tratamientos

Una vez aplicados los tratamientos y pasado el tiempo de observación, se realizó la recolección del material de análisis, el cual consistió en 3 racimos por cada tratamiento. El efecto de las diferentes soluciones sobre las bayas de vid se evaluó mediante la determinación de parámetros físicos y químicos como se describe en la siguiente tabla:

Parámetros físicos	Parámetros químicos
Coloración del racimo Peso fresco de la baya y racimo Diámetro de la baya Peso y grosor del raquis Contenido de agua	pH Sólidos solubles totales Grados Brix Polifenoles totales

Tabla 7. Análisis físicos y químicos evaluados.

Evaluación física

Coloración

La coloración del racimo y las bayas se determinó visualmente siguiendo una escala de 4 niveles propuesta por Loza (2017). Las categorías consistieron en rojo oscuro (1), rojo (2), rojo claro (3) y color pobre con presencia de bayas verdes (4), donde se considera óptima para la variedad garnacha tinta la categoría 1.



Figura 4. Categorías de coloración en racimos. Loza (2017).

Peso fresco del racimo y baya

Todos los racimos recolectados por tratamientos fueron pesados en fresco, al igual que 3 bayas tomadas aleatoriamente de cada racimo. Esto se realizó utilizando una balanza granataria.



Figura 5. Racimos.

Diámetro de la baya

Para esta evaluación se seleccionaron aleatoriamente 3 bayas por racimo y se midió el diámetro polar y ecuatorial de cada una utilizando un calibrador vernier.

Peso y grosor del raquis

Posterior a la medición del color y peso de cada racimo, se procedió a desgranar cada uno para determinar el peso y grosor de raquis con ayuda de una balanza granataria y calibrador vernier respectivamente.

Contenido de agua

Para la determinación de la humedad se seleccionaron 20 bayas por racimo, se pesaron en fresco y posteriormente fueron colocadas en una estufa a 80°C por aproximadamente 48 horas o hasta que el peso se mantuvo constante. Finalmente, el contenido de agua se determinó por diferencia de peso fresco y peso seco.



Figura 6. Bayas deshidratadas.

Evaluación química

pH y Sólidos Solubles Totales (SST)

Para estos análisis primeramente se tomaron 10 bayas por tratamiento y se trituraron en un vaso de precipitados. El pH y los SST se determinaron mediante el uso de un medidor portátil (Conductronic), tomando la lectura directamente el jugo extraído de las bayas.

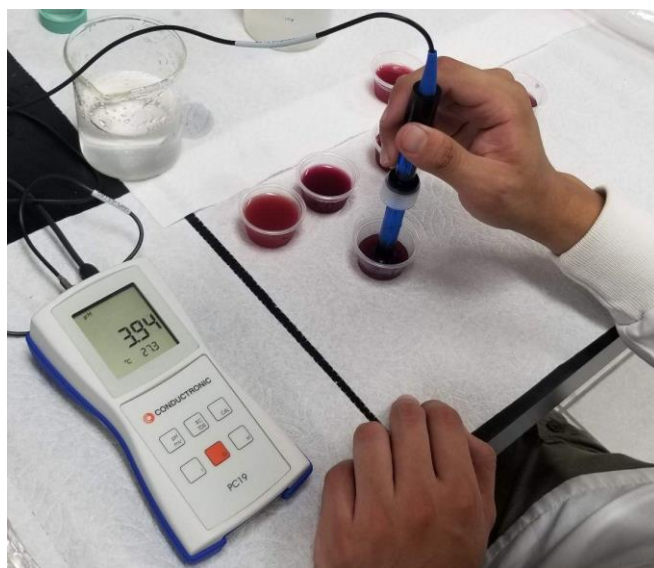


Figura 7. Determinación de pH y SST.

Grados Brix

Del jugo generado en la evaluación anterior, se tomó una gota y colocó en un refractómetro de mano para grados Brix.



Figura 8. Determinación de grados Brix.

Contenido total de polifenoles

La obtención del extracto para la cuantificación se realizó de acuerdo con García-Martínez et al (2015), para ello se pesaron 50 g de bayas por racimo, se trituraron y pusieron a macerar en 100 mL de etanol al 96%. Se adicionaron 2 mg de NaF para inactivar la enzima polifenol oxidasa y prevenir la degradación de los polifenoles durante el ensayo. El proceso de extracción se mantuvo por 2 horas y finalmente la solución se centrifugó a 10000 rpm durante 15 minutos para recuperar el sobrenadante. Este se almacenó en tubos falcon y temperatura baja hasta su posterior análisis.



Figura 9. Obtención de extractos.

La determinación del contenido de polifenoles totales se realizó por el método de Folin-Ciocalteu, para lo cual en un tubo de ensayo se adicionaron 1.5 mL de agua destilada, 50 μ L de solución del extracto y 250 μ L de reactivo de Folin, se dejó reposar durante 3 minutos. Posteriormente se adicionó 1 mL de Na_2CO_3 al 7%, se homogeneizó y se puso a incubar durante 2 horas en oscuridad. Finalmente se realizó la medición de las absorbancias en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 760 nm, el experimento se realizó por triplicado. El contenido de polifenoles presentes en las muestras se determinó utilizando el promedio de absorbancias en la curva de calibración construida con el control positivo de ácido gálico. Los resultados son expresados como μ g equivalentes de ácido gálico por cada 100 gramos de extracto seco (μ gEAG/100 gES).

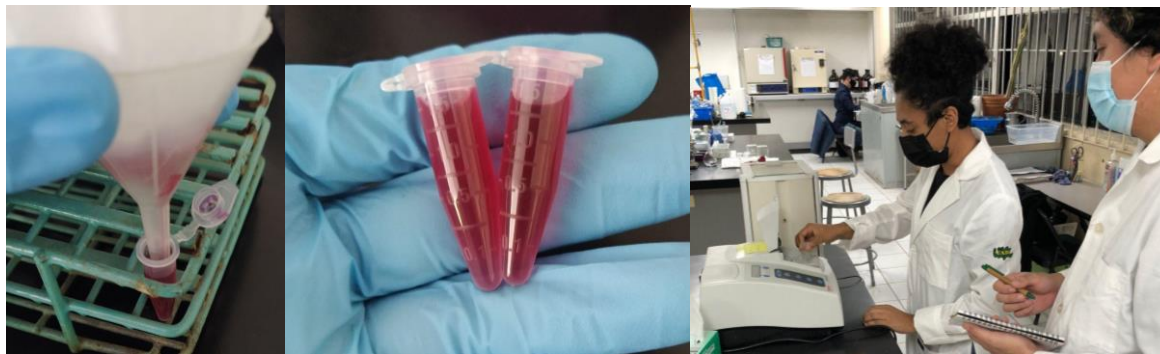
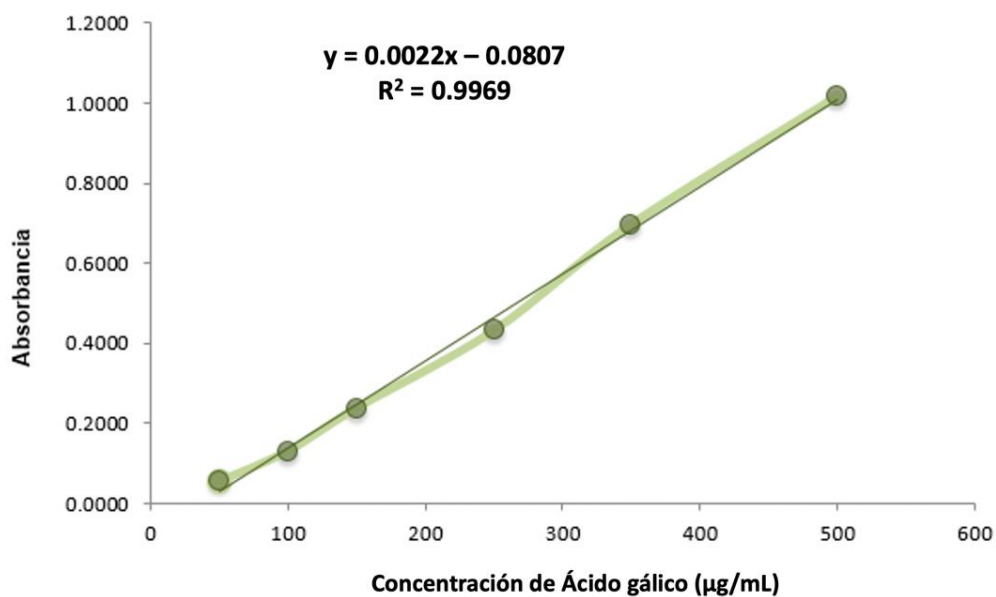


Figura 10. Determinación del contenido de polifenoles totales.



Gráfica 1. Curva de calibración de ácido gálico.

Análisis de resultados

El análisis de resultados se realizó utilizando el software Microsoft Excel 2016 MSO (16.0.4266.1001), y la realización de gráficos mediante el software GraphPath Prism (8.0.1).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Evaluación física

Se realizó la medición de diferentes parámetros físicos para evaluar el efecto de los tratamientos de ácido salicílico y té verde en las vides variedad Garnacha tinta.

Coloración.

En los resultados es posible observar que las bayas que alcanzaron un mayor número en la escala de color (Loza, 2017) son las tratadas con las soluciones E, F y G, las cuales tiene una concentración de ácido salicílico (AS) de 400, 300 y 200 mg/L respectivamente, además de estar suplementadas con extracto de té verde.

Por otro lado, las soluciones A, B y C, (400, 300 y 200 mg/L de AS respectivamente) mostraron un valor menor en la escala de color, con 2, 3 y 2; esto sugiere que, si bien la presencia del AS es importante, la adición del extracto de té verde está potencializando los efectos, observándose el mismo efecto que con el control positivo de Ethrel©, el cual es un regulador del crecimiento a base de etefón, que favorece la liberación de etileno dentro de los tejidos vegetales poco después de la aplicación, acelerando la maduración y mejora la coloración y calidad de los frutos.

Solución	Color (nivel)
Sol-A	2
Sol-B	3
Sol-C	2

(Continúa...)

Solución	Color (nivel)
Sol-E	4
Sol-F	4
Sol-G	4
H2O-A	4
Té verde	4

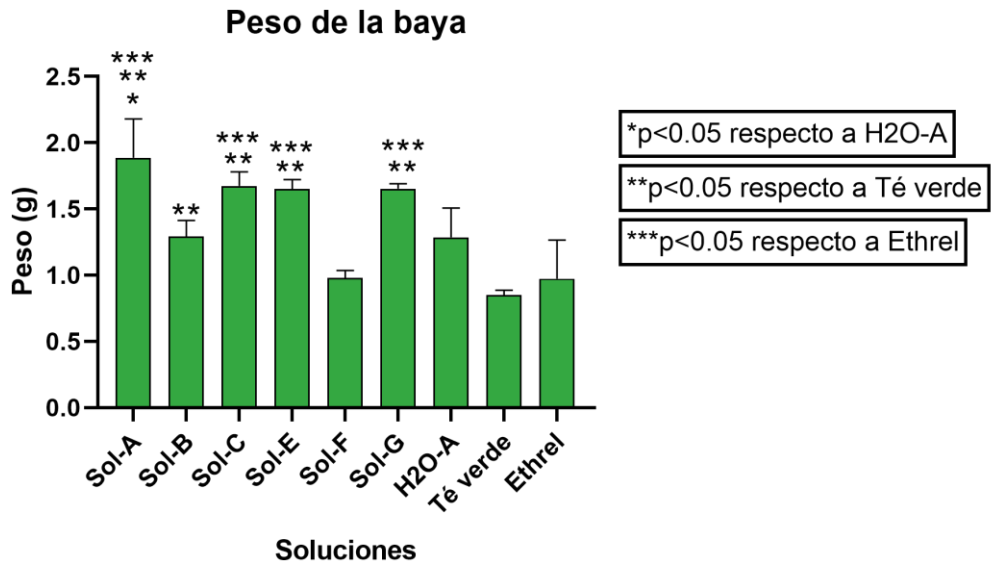
Tabla 8. Resultados del análisis de coloración de las bayas.

Peso fresco del racimo y baya

En relación con los resultados observados sobre al peso fresco de la baya, de los diferentes tratamientos evaluados, la solución A (400 mg/L de AS) destacó del resto del grupo con 1.89 g de peso promedio por baya, seguido de las soluciones C, E y G con pesos de 1.67, 1.65 y 1.65 gramos.

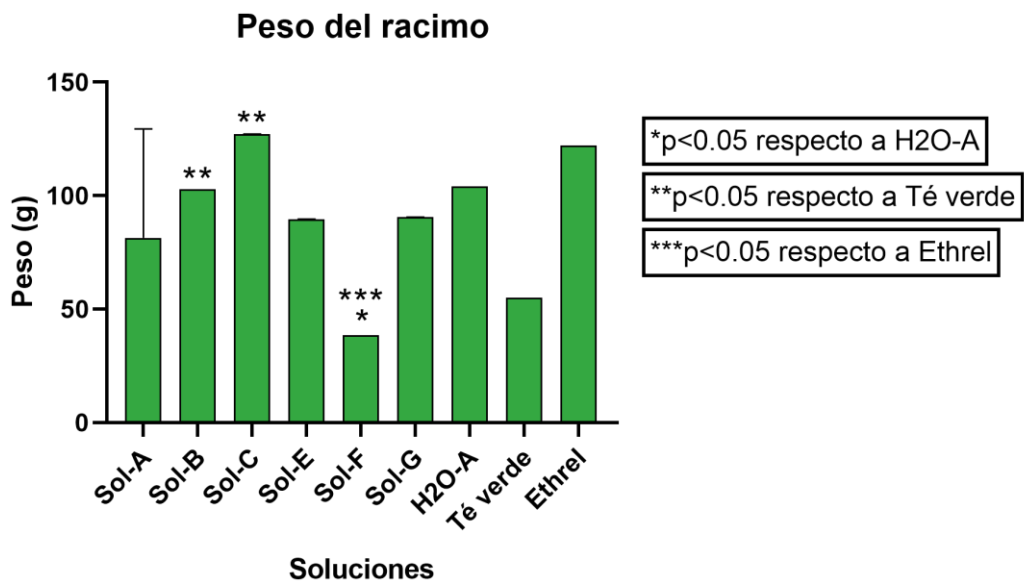
Por otro lado, los grupos experimentales mostraron valores más altos que las soluciones control de Té verde y Ethrel© y en su mayoría presentan diferencias significativas respecto a estas, esto puede indicar que estos estimulantes propician la entrada de la baya a su etapa de maduración, por lo que cesa su crecimiento. Las bayas tratadas únicamente con agua presentaron un peso considerable, sin embargo, se espera que sin la adición de estimulantes la coloración no sea la adecuada.

Respecto a los resultados obtenidos del peso del racimo, se observa que el control de agua produce racimos de peso medio respecto a los grupos experimentales, mientras que las soluciones controles de Té verde y Ethrel© producen racimos de bajo peso. Esto podría explicarse por su papel inductor del cese de crecimiento vegetal en la vid. Por otro lado, los grupos experimentales presentan resultados variados.



Gráfica 2. Peso promedio de las bayas con cada tratamiento.

Se muestran valores de media y \pm desviación estándar. Así como valores de $p < 0.05$ que representan diferencia significativa respecto a los diferentes grupos control en ANOVA de una vía y Prueba Bonferroni posterior.



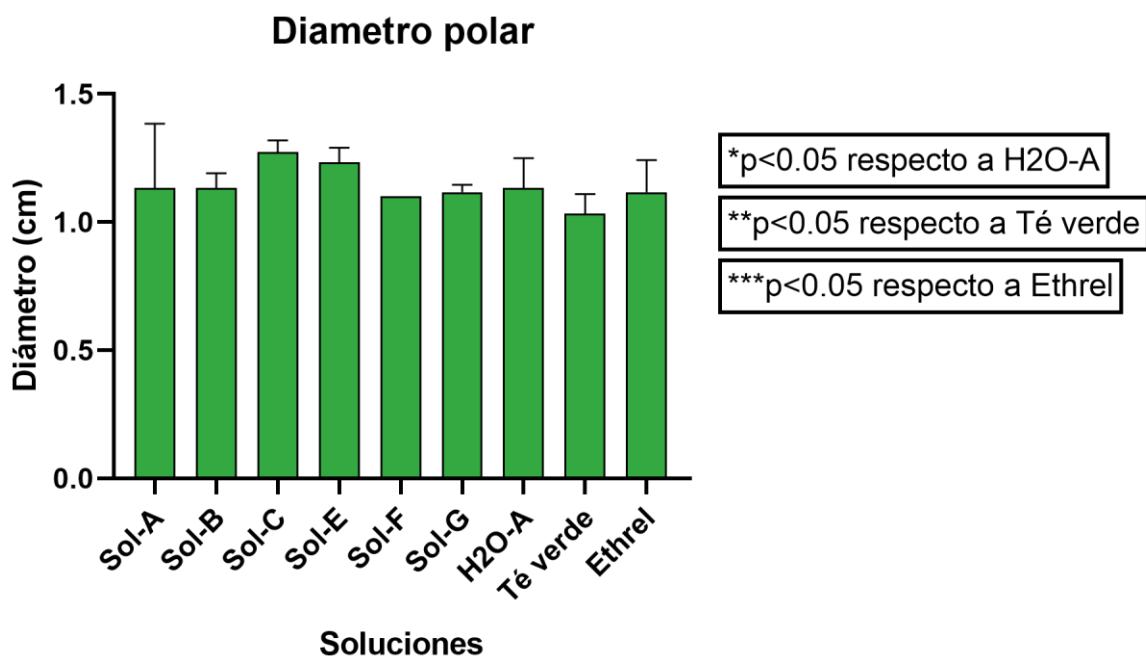
Gráfica 3. Peso promedio del racimo con cada tratamiento.

Se muestran valores de media y \pm desviación estándar. Así como valores de $p < 0.05$ que representan diferencia significativa respecto a los diferentes grupos control en ANOVA de una vía y Prueba Bonferroni posterior.

Diámetro de la baya

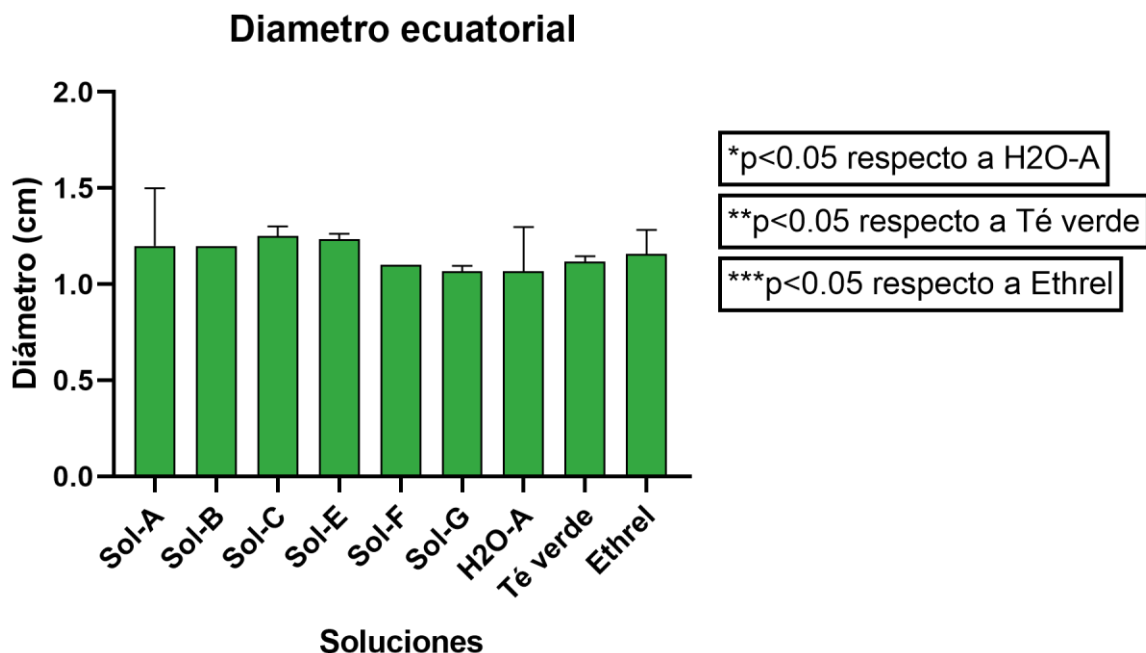
Los valores de diámetro ecuatorial y polar de la baya son una aproximación al tamaño de esta y, a su vez, al estado de crecimiento en el que la vid se encuentra.

Analizando los resultados observados con respecto al diámetro polar, las soluciones identificadas como C y E destacaron con respecto al resto, incluyendo los controles evaluados. Las demás soluciones no presentaron diferencias significativas con respecto a las soluciones control de Té verde y Ethrel®. Por otro lado, el diámetro ecuatorial se mantuvo en un mismo rango de valores para todas las soluciones evaluadas incluyendo las soluciones control.



Gráfica 4. Diámetro polar de la baya.

Se muestran valores de media y \pm desviación estándar. Así como valores de $p < 0.05$ que representan diferencia significativa respecto a los diferentes grupos control en ANOVA de una vía y Prueba Bonferroni posterior.



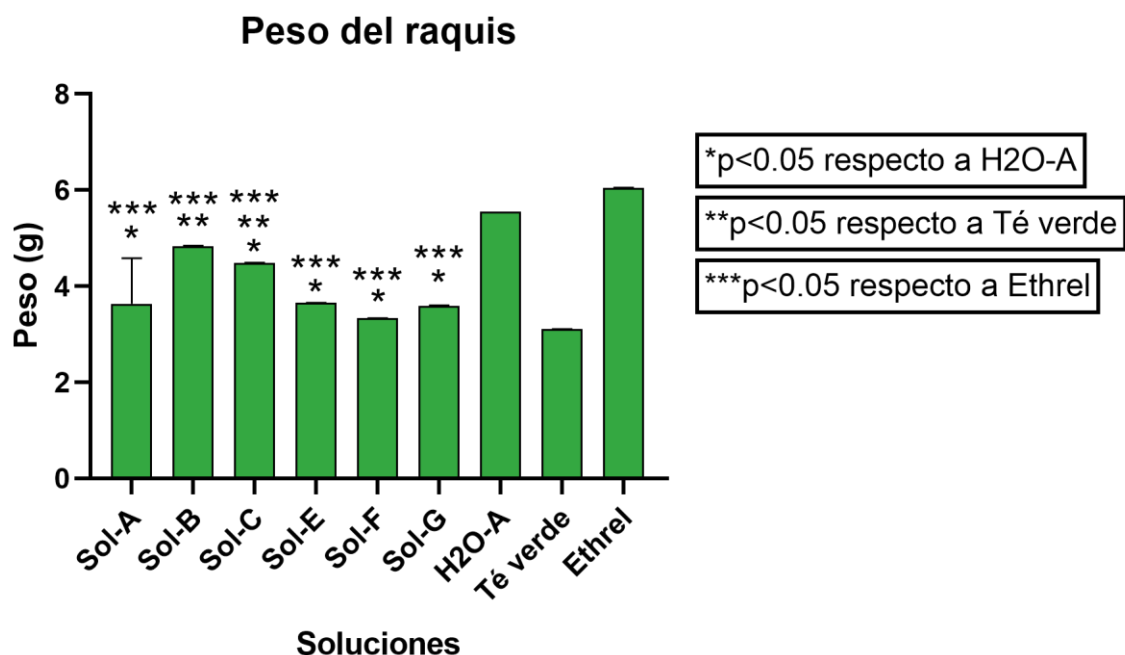
Gráfica 5. Diámetro ecuatorial de la baya.

Se muestran valores de media y \pm desviación estándar. Así como valores de $p < 0.05$ que representan diferencia significativa respecto a los diferentes grupos control en ANOVA de una vía y Prueba Bonferroni posterior.

Peso y grosor del raquis

Un raquis de bajo peso y bajo grosor es indicador de que la vid se encuentra aún en la etapa crecimiento vegetal. En este sentido, las soluciones control H2O-A y Ethrel© mostraron un mejor crecimiento con respecto a la solución de Té verde y a los distintos tratamientos evaluados.

En los grupos experimentales el peso fue variado con diferencia significativa principalmente respecto a las soluciones controles de Ethrel© y H2O-A, mostraron un mejor resultado con respecto al control de Té verde y destacando la identificada como Sol-B. En el grosor del raquis se observan tendencias opuestas a la del peso de este, los grupos experimentales mostraron valores variados y en su mayoría superiores a los de las soluciones controles.



Gráfica 6. Peso del raquis.

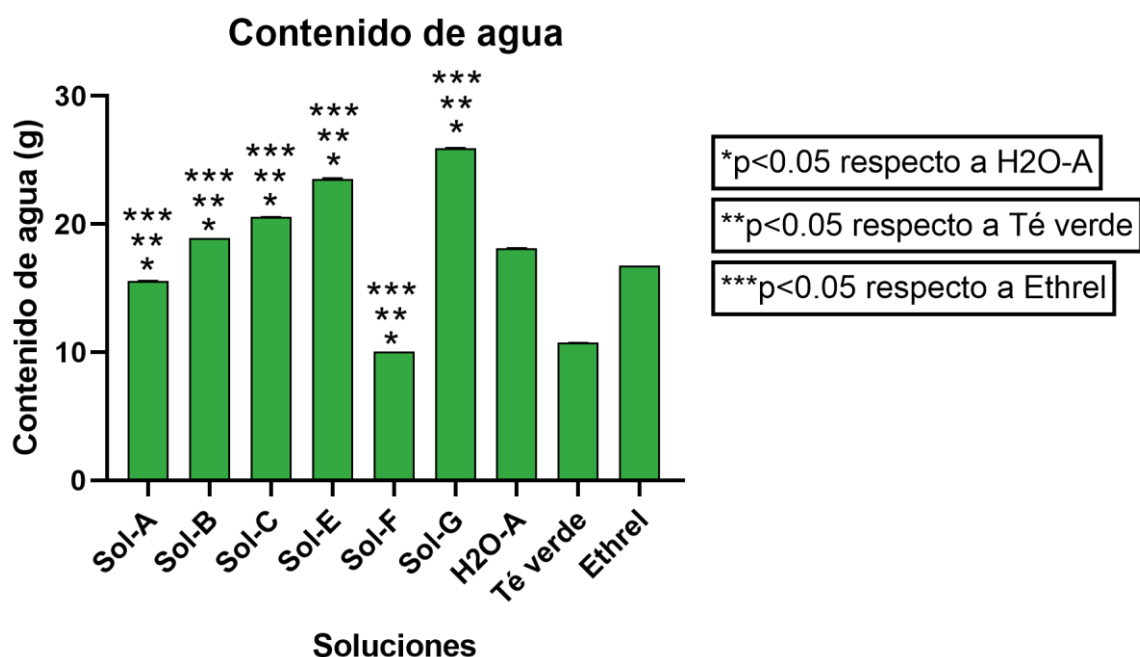
Se muestran valores de media y \pm desviación estándar. Así como valores de $p < 0.05$ que representan diferencia significativa respecto a los diferentes grupos control en ANOVA de una vía y Prueba Bonferroni posterior.

Solución	Grosor de raquis (cm)
Sol-A	0.45
Sol-B	0.4
Sol-C	0.5
Sol-E	0.35
Sol-F	0.3
Sol-G	0.45
H2O-A	0.25
Té verde	0.25
Ethrel©	0.3

Tabla 9. Resultados del grosor de raquis.

Contenido de agua

El contenido de agua en la baya no necesariamente está ligado al tamaño de la baya, pero puede ser indicador de la concentración de metabolitos secundarios y azúcares. Las bayas tratadas con las diferentes soluciones evaluadas presentaron un mayor contenido de agua con respecto a las soluciones control, con diferencias significativas respecto a todos estos, a excepción de la identificada como Sol-F con el menor contenido. En el grupo experimental que su composición tiene solo ácido salicílico (Sol-A, B y C) se mostró un incremento en el peso de las bayas conforme disminuye la concentración de este. Este comportamiento se observó de igual forma en las soluciones que además de ácido salicílico contenían té verde, lo que podría indicar una sinergia entre estos compuestos a concentraciones bajas para incrementar el contenido de agua en las bayas.



Gráfica 7. Contenido de agua.

Se muestran valores de media y \pm desviación estándar. Así como valores de $p < 0.05$ que representan diferencia significativa respecto a los diferentes grupos control en ANOVA de una vía y Prueba Bonferroni posterior.

Evaluación química

pH y sólidos solubles totales (SST)

La solución que presentó un mayor grado de acidez fue la identificada como Sol-F con un pH de 3.13, lo que podría sugerir que las bayas expuestas a esta solución presentaron un menor grado de madurez. Los tratamientos Sol-G y Sol-B presentaron bayas con un menor grado de acidez con pH de 3.78 y 3.53 respectivamente, ambos valores de menor acidez respecto al control Ethrel© y H₂O-A.

En el caso de la cuantificación de los SST, ninguna de las soluciones preparadas logró superar el valor obtenido por el control Ethrel© ni el de té verde, con valores de 1.5 g/L y 1.47 g/L respectivamente, sin embargo, si se logra ver diferencias significativas de todos los tratamientos con respecto a las bayas que fueron expuestas únicamente a la solución H₂O-A que sólo presentó 0.316 g/L.

Una menor cantidad de SST refieren a un estado de madurez incompleto, donde la concentración de ácidos como el ácido tartárico y ácido málico, así mismo la concentración de azúcares y otros compuestos, son altas.

Solución	pH	SST (g/L)
Sol-A	3.34	1.285
Sol-B	3.53	1.056
Sol-C	3.30	1.380
Sol-E	3.30	1.056
Sol-F	3.13	1.365
Sol-G	3.78	1.105
H ₂ O-A	3.46	0.316
Té verde	3.97	1.470
Ethrel©	3.45	1.500

Tabla 10. Resultados de pH y SST en las bayas de vid.

Grados Brix

Las bayas expuestas a la solución control de té verde presentaron el mayor valor con 20.60 grados Brix con respecto a las demás soluciones empleadas, sin embargo, las tratadas con la solución Sol-F mostraron un perfil muy similar a dicho control con 20.60 °Brix, superando inclusive al control Ethrel©.

Las soluciones preparadas únicamente a base de ácido salicílico mostraron valores más bajos de grados Brix que en las que se añadió el té verde, lo que podría indicar una participación este como coadyuvante en la maduración de las bayas.

Los grados Brix indican la concentración de azúcares presentes en la baya, por lo que un mayor resultado sería un indicativo de madurez.

Solución	Grados Brix
Sol-A	17.73 ± 0.64
sol-B	17.27 ± 0.31
Sol-C	18.87 ± 0.81
Sol-E	18.87 ± 0.23
Sol-F	20.40 ± 0.72
Sol-G	18.60 ± 0.40
Té verde	20.60 ± 1.00
Ethrel©	16.00 ± 0.72
H2O-A	18.80 ± 1.51

Tabla 11. Resultados de grados Brix.

Contenido total de polifenoles

En la evaluación del contenido polifenólico, el tratamiento que presentó una mayor concentración de este tipo de compuestos fue el control Ethrel© con 403.35 µg EAG, seguido por el tratamiento control de té verde con 305.62 µg EAG. De las seis soluciones evaluadas, las que contenían únicamente ácido salicílico en su formulación mostraron resultados que superaron a las bayas tratadas únicamente con agua, lo que nos indica que este compuesto está favoreciendo la síntesis de polifenoles en la uva.

Solución	Polifenoles totales (µg EAG/100g ES)
Sol-A	242.29 ± 7.66
Sol-B	223.65 ± 2.24
Sol-C	240.02 ± 14.81
Sol-E	206.53 ± 9.60
Sol-F	193.05 ± 14.63
Sol-G	214.41 ± 7.96
H2O-A	216.23 ± 9.08
Té verde	305.62 ± 6.58
Ethrel©	403.35 ± 22.57

Tabla 12. Resultados del contenido de polifenoles totales.

CONCLUSIONES

1. La presencia de ácido salicílico (AS) en las formulaciones mejoró los distintos parámetros físicos medidos en la baya, en particular a concentraciones bajas (300 a 200 mg/L), en la mayoría de los casos superando el control positivo de Ethrel©, el cual es un producto comercial ampliamente utilizado. En general el AS mejoró la calidad de la uva en base a su peso, diámetro y grosor.
2. La adición de té verde en las preparaciones favoreció la coloración de las bayas, obteniendo escala cuatro de color en las soluciones E, F y G, mismos resultados alcanzados con los controles utilizados.
3. La presencia de AS también mostró un efecto sobre los parámetros químicos medidos en las bayas. Éste ayudo a disminuir la acidez en las muestras tratadas, al igual que el té verde, quien mostro el mismo comportamiento.
4. En cuanto a los sólidos disueltos totales, los controles de Ethrel© y té verde mostraron un mejor resultado con 1.5 y 1.47 g/L respectivamente, seguido de las soluciones C, F y A con 1.38, 1.37 y 1.29 g/L.
5. Respecto a los grados Brix, los cuales permiten medir el contenido de azúcar del fruto conforme aumenta la maduración de este, todos los tratamientos superaron al control de Ethrel© (16 °Brix), con rangos entre 17.2 - 20.4 °Brix, y el control de té verde con el mejor resultado de 20.6 °Brix.
6. La concentración más alta de polifenoles totales se observó con el producto comercial Ethrel© (403 µgEAG) y el control de té verde (305 µgEAG). Si bien los tratamientos con ácido salicílico no superaron a estos controles, la mayoría si favoreció un aumento en la concentración de estos polifenoles con respecto al testigo de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Afzal, M., Safer, A. M., & Menon, M. (2015). Green tea polyphenols and their potential role in health and disease. *Inflammopharmacology*, 23(4), 151–161. doi:10.1007/s10787-015-0236-1
- Akaberi, M., & Hosseinzadeh, H. (2016). Grapes (*Vitis vinifera*) as a Potential Candidate for the Therapy of the Metabolic Syndrome. *Phytotherapy Research*, 30(4), 540–556. doi:10.1002/ptr.5570
- Almanz-Merchan, P. (2011). *Determinación del crecimiento y desarrollo del fruto de vid (Vitis vinifera L.) bajo condiciones de clima frío tropical*. [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Anaya, J. A., Álvarez, I., García, M. J., & Lizama, V. (2022). Application of green tea extract and catechin on the polyphenolic and volatile composition of Monastrell red wines. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(9), 6097-6111.
- Arteaga Paz, A. (2022). *Rol de los bioestimulantes en el mecanismo de defensa de las plantas: Revisión de literatura*. [Trabajo de grado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Biareh, V., Shekari, F., Sayfzadeh, S., Zakerin, H., Hadidi, E., Beltrão, J. G. T., & Mastinu, A. (2022). Physiological and qualitative response of Cucurbita pepo L. to salicylic acid under controlled water stress conditions. *Horticulturae*, 8(1), 79.
- Biasi, R., Brunori, E., Ferrara, C., & Salvati, L. (2019). Assessing impacts of climate change on phenology and quality traits of *Vitis vinifera* L.: the contribution of local knowledge. *Plants*, 8(5), 121.
- Bustins, J. A. L. (2018). Lluvias fuertes, pero mal repartidas. El caso del clima mediterráneo. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*.
- Castillo Expósito, E. I. (2021) *Evaluación de la producción de bioetanol a partir de residuos vinícolas producidos en Baja California*. [Trabajo de grado]. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México.
- Castro-Lopez, L., Castillo-Sanchez, G., Díaz-Rubio, L., & Cordova-Guerrero, I. (2019). Total content of phenols and antioxidant activity of grape skins and seeds cabernet sauvignon cultivated in Valle de Guadalupe, Baja California, México. *In BIO Web of Conferences (Vol. 15, p. 04001)*. EDP Sciences.
- Champa, W. A. H., Gill, M. I. S., Mahajan, B. V. C., & Arora, N. K. (2014). Preharvest salicylic acid treatments to improve quality and postharvest life of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedless. *Journal of Food Science and Technology*.

- Consejo Nacional de Población (2016), *PROYECCIONES DE LA POBLACIÓN DE MÉXICO Y DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS 2016-2050*.
- De Andrés-de Prado, R., Yuste-Rojas, M., Sort, X., Andrés-Lacueva, C., Torres, M., & Lamuela-Raventós, R. M. (2007). Effect of Soil Type on Wines Produced from *Vitis vinifera* L. Cv. Grenache in Commercial Vineyards. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 779–786.
- Drobek, M., Fraç, M., & Cybulska, J. (2019). Plant biostimulants: Importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress—A review. *Agronomy*, 9(6), 335.
- El-Salhy, A. M., Ibrahim, R. A., Mgawer, M. A., & Abd El-Hafiz, G. N. (2017). Effect of some plant extracts spraying on growth and fruiting of Flame seedless grapevines. *Assiut J. Agric. Sci*, 48(3), 188-197.
- Elizalde, M. G. , Ruiz, J. M. , Robles, J. G. , Sanudo, R. B. (2020). Interacción del ácido salicílico y el pH en la coloración de uva de mesa flame seedless. *Revista iberoamericana de tecnología postcosecha*, 21(1).
- Gris, E. F., Burin, V. M., Brighenti, E., Vieira, H., & Luiz, M. B. (2010). Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. *Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura*, 37(2), 61-75.
- Jindo, K., Goron, T. L., Pizarro-Tobías, P., Sánchez-Monedero, M. Á., Audette, Y., Deolu-Ajayi, A. O., ... & Tortosa, G. (2022). Application of biostimulant products and biological control agents in sustainable viticulture: A review. *Frontiers in Plant Science*, 13, 3657.
- Khattab, S., Yap, Y. K., & El Sherif, F. (2022). Salicylic Acid Foliar Spray Enhanced *Silybum marianum* Growth and Yield, as Well as Its Chemical Constituents and Chalcone Synthase Gene Activity. *Horticulturae*, 8(6), 556.
- Kizildeniz, T., Mekni, I., Santesteban, H., Pascual, I., Morales, F., & Irigoyen, J. J. (2015). Effects of climate change including elevated CO₂ concentration, temperature and water deficit on growth, water status, and yield quality of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Agricultural Water Management*, 159, 155-164.
- Köse, B. (2014). Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L. varieties in the maritime climate of Samsun in Turkey's Black Sea Region. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 35(1), 90-102.

- Kumaraswamy, R. V., Kumari, S., Choudhary, R. C., Sharma, S. S., Pal, A., Raliya, R., [...] Saharan, V. (2018). Salicylic acid functionalized chitosan nanoparticle: A sustainable biostimulant for plant. *International Journal of Biological Macromolecules*.
- Louime, C., Vasanthaiah, H. K., Basha, S. M., & Lu, J. (2010). Perspective of biotic and abiotic stress research in grapevines (*Vitis* sp.). *International Journal of Fruit Science*, 10(1), 79-86.
- Loza Fredes, F. (2017). *Efecto de la aplicación de ácido abscísico y ethephon sobre la pigmentación de bayas de vid (Vitis vinífera L.) de la variedad red globe en la región Moquegua*. [tesis de grado]. Universidad Nacional Del Altiplano - Puno.
- Mekawy, A. Y., Ahmed, A. S. S. (2018). Effect of abscisic acid and green tea extract on fruit quality of red globe grapevines. *Sciences*, 8(04), 1325-1334.
- Mulero, J., Martínez, G., Oliva, J., Cermeño, S., Cayuela, J. M., Zafrilla, P., ... Barba, A. (2015). Phenolic compounds and antioxidant activity of red wine made from grapes treated with different fungicides. *Food Chemistry*, 180, 25–31.
- Nassiri-Asl, M., & Hosseinzadeh, H. (2009). Review of the pharmacological effects of *Vitis vinifera* (Grape) and its bioactive compounds. *Phytotherapy Research*, 23(9), 1197–1204.
- Oraei, M., Gohari, G., Panahirad, S., Zareei, E., & Zaare-Nahandi, F. (2019). Effect of salicylic acid foliar application on *Vitis vinifera* L. cv. 'sultana' under salinity stress. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(2), 159-169.
- ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN (OIV) (2013), *Lista internacional de variedades de vid y sus sinónimos*. ISBN : 979-10-91799-26-3
- Popescu, G. C., & Popescu, M. (2018). Yield, berry quality and physiological response of grapevine to foliar humic acid application. *Bragantia*, 77, 273-282.
- Representación AGRICULTURA Baja California (24 de diciembre de 2020) Generaron productores de vid de Baja California derrama económica superior a los \$710 MDP. [Comunicado de prensa] <https://www.gob.mx/agricultura%7Cbajacalifornia/es/articulos/generaron-productores-de-vid-de-baja-california-derrama-economica-superior-a-los-710-mdp>
- Rodrigues, M., Baptistella, J. L. C., Horz, D. C., Bortolato, L. M., & Mazzafera, P. (2020). Organic Plant Biostimulants and Fruit Quality—A Review. *Agronomy*, 10(7), 988. MDPI AG.
- Roustakhiz, J., & Saboki, E. (2017). Effect of salicylic acid on yield and yield component of grapevine (*Vitis vinifera*) under salinity stress condition. *Intl. J. Farm & Alli Sci*, 6, 39-42.

- Salcedo Pfoccori, E. (2014). *Concentraciones y frecuencia de aplicación del bioestimulante Atonik en Vid (Vitis Vinífera L.) CV. "Torontel" en Valle de Ica*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Sariñana-Aldaco, O., Sánchez-Chávez, E., Troyo-Diéguez, E., Tapia-Vargas, L. M., Díaz-Pérez, J. C., & Preciado-Rangel, P. (2020). Foliar aspersion of salicylic acid improves nutraceutical quality and fruit yield in Tomato. *Agriculture*, 10(10), 482.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2005). Dietary Polyphenols and the Prevention of Diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(4), 287–306.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (16 de julio de 2018) Franja del vino, tradición vinícola. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/franja-del-vino-tradicion-vinicola>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (30 de diciembre de 2016) SAGARPA avance de producción de 348.9 mil toneladas de uva. [Comunicado de prensa] <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/reporta-sagarpa-avance-de-produccion-de-348-9-mil-toneladas-de-uva>
- Secretaría del Foro de Alto Nivel de Expertos - Cómo alimentar al mundo en 2050 (2009) *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*.
- Senanayake, S. N. (2013). Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications—A review. *Journal of functional foods*, 5(4), 1529-1541.
- SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP) (2020) *Atlas Agroalimentario*.
- SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP) (2021) *Atlas Agroalimentario*.
- Sosa Baldivia, A., & Ruíz Ibarra, G. (2017). La disponibilidad de alimentos en México: un análisis de la producción agrícola de 35 años y su proyección para 2050. *Papeles de población*, 23(93), 207-230.
- Souza da Costa, B. (2018) *Efectos de la aplicación de un bioestimulante derivado de Ascophyllum nodosum en la composición fenólica de uvas y vinos de las variedades Tempranillo tinto y blanco*. [Trabajo de fin de máster]. Universidad de La Rioja, La Rioja, España.
- INCMNSZ (Instituto de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, México). *Tabla de Composición de Alimentos y Productos Alimenticios Mexicanos* (versión condensada 2015).

- Valero Gaspar, T., Rodríguez Alonso, P., Ruiz Moreno, E., Ávila Torres, J.M., Varela Moreiras, G. (2018) *La alimentación española, características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta*. GOBIERNO DE ESPAÑA - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Vuerich, M., Casolo, V., Petrusa, E., Braidot, E., Filippi, A., Petruzzellis, F., [...] & Secchi, F. Contrasting Responses of Two Grapevine Cultivars to Drought: The Role of Non-Structural Carbohydrates in Xylem Hydraulic Recovery.
- Yakhin, O. I., Lubyaynov, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in plant science: a global perspective. *Frontiers in plant science*, 7, 2049.

APÉNDICES

Técnicas experimentales

Espectroscopia uv-vis

Para las lecturas de absorbancia realizadas en los ensayos antioxidantes, se utilizó un espectrofotómetro Thermo Scientific, modelo Genesys 20, en celdas de cuarzo de 10 mm.

pH y SST

Fue utilizado un medidor portátil de pH, mV, conductividad, sólidos totales disueltos y temperatura, marca Conductronic, modelo PC19.

Grados Brix

Fue utilizado un refractómetro portátil con escala de 0 a 32 °Brix, marca Atago modelo 300001.