



**Aislamiento de microorganismos vinculados a la fermentación espontánea del jugo de**  
*Vitis tiliifolia*

**Isolation of microorganisms associated with the spontaneous fermentation of *Vitis tiliifolia***  
**juice**

Nayeli Martínez Soto<sup>1</sup>, Naida Juárez-Trujillo<sup>1</sup> y Maribel Jiménez Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Universidad Veracruzana, México.

\*Autor de correspondencia: maribjimenez@uv.mx

Recibido 25 de marzo 2025; recibido en forma revisada 01 de julio 2025; aceptado 20 de octubre 2025

**RESUMEN**

*Vitis tiliifolia* es una uva silvestre endémica de América Latina que presenta propiedades antioxidantes y un perfil nutricional que muestra un potencial significativo para la agroindustria. Sin embargo, hace falta diversificar su uso y aplicaciones. Por lo que en el presente trabajo el jugo de *V. tiliifolia* se fermentó de forma espontánea y se identificaron los microorganismos fermentadores. Primero, se estandarizó la elaboración de un jugo a partir de *Vitis tiliifolia*. Posteriormente, se fermentó espontáneamente a 37 °C por 15 días, se midieron pH, acidez total titulable, sólidos solubles totales y porcentaje de alcohol cada día para monitorear la fermentación. Los resultados

iniciales mostraron un contenido de sólidos solubles totales de 12, pH 3.1, acidez titulable de 1.62% de ácido cítrico/ 100 mL. Después de ocho días de fermentación el porcentaje de alcohol (6.03%) y los grados Brix (4.30) ya no mostraron cambios significativos ( $p \leq 0.05$ ), por el contrario, el pH (3.2) y la acidez (1.47% ácido cítrico/ 100 mL) no mostraron cambios. También, se observó un aumento del porcentaje de inhibición del radical DPPH, de 77.31 a 96.34. Además, se encontró que los microorganismos fermentadores eran levaduras con una viabilidad de  $1.8 \times 10^7$  UFC/mL. En conclusión, la fermentación de *Vitis tiliifolia* permitió obtener una bebida fermentada con una alta capacidad antioxidante y la identificación de diferentes cepas de levaduras fermentadoras de jugo de *V. tiliifolia* que son resistentes a el aumento del etanol. Finalmente, los hallazgos obtenidos aportan información importante sobre la diversidad microbiana y las propiedades bioactivas de bebidas derivadas de *Vitis tiliifolia* y abren nuevas perspectivas para la diversificación y valorización de esta uva silvestre.

**Palabras Clave:** *Vitis tiliifolia*, fermentación espontánea, levaduras, antioxidantes.

## ABSTRACT

*Vitis tiliifolia* is a wild grape endemic to Latin America, recognized for its antioxidant properties and its nutritional profile, which holds considerable potential for the agroindustry. However, there is a need to diversify its uses and applications. In the present study, *V. tiliifolia* juice was spontaneously fermented, and the fermenting microorganisms were identified. Initially, the juice preparation from *Vitis tiliifolia* was standardized. Subsequently, it underwent spontaneous fermentation at 37 °C for 15 days, during which pH, total titratable acidity, total soluble solids, and alcohol content were measured daily to monitor the fermentation process. The initial results revealed a total soluble solids content of 12, a pH of 3.1, and a total titratable acidity of 1.62% citric acid/100 mL. After eight days of fermentation, the alcohol content (6.03%) and Brix degrees (4.30) did not exhibit significant changes ( $p \leq 0.05$ ). On the other hand, the pH (3.2) and acidity (1.47% citric acid/100 mL) remained stable. Furthermore, an increase in DPPH radical inhibition percentage was observed, rising from 77.31% to 96.34%. The fermenting microorganisms were identified as yeasts, with a viability of  $1.8 \times 10^7$  CFU/mL. In conclusion, the fermentation of *Vitis tiliifolia* resulted in a fermented beverage with high antioxidant capacity, and several yeast strains resistant to increased ethanol levels were identified. These findings contribute valuable insights into the microbial diversity and bioactive properties of beverages derived from *Vitis tiliifolia*, opening new possibilities for the diversification and valorization of this wild grape.

**Keywords:** *Vitis tiliifolia*, spontaneous fermentation, yeasts, antioxidants.

## INTRODUCCIÓN

Los frutos silvestres contienen diversos compuestos bioactivos, como los flavonoides, compuestos fenólicos, carotenoides y alcaloides que han demostrado propiedades antioxidantes, antimicrobianas, y antiinflamatorias, contribuyendo a la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo y agentes patógenos (Hegazy et al., 2019). Dentro de estos frutos, *Vitis tiliifolia* es conocido como "bejuco de parra". Crece en varios estados del país y ha sido utilizada tradicionalmente por comunidades locales con fines medicinales y alimentarios. Las uvas presentan una alta concentración de compuestos fenólicos tales como quercetina-3-glucósido, rutina y trans-resveratrol, especialmente en la cáscara. Estos metabolitos le confieren al fruto una alta capacidad antioxidante evidenciada por una alta capacidad de ruptura del radical DPPH (91.39%) en extractos de la cáscara (Jiménez et al., 2018). *Vitis tiliifolia* es un fruto silvestre que presenta gran potencial para la industria alimentaria y la salud humana, aunque han sido poco estudiado, lo que limita su aprovechamiento en el

desarrollo de nuevos productos. El interés en la valorización de frutas silvestres ha impulsado el estudio de procesos tradicionales como la fermentación espontánea que utiliza el microbiota presente en el fruto, sin la adición de cultivos iniciadores. Este tipo de fermentación puede modificar las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes del jugo, mejorando su perfil nutricional y funcional, así como para mejorar el sabor y otras cualidades asociadas con la comestibilidad, también favorece la extracción de compuestos bioactivos como polifenoles y antocianinas, los cuales se han asociado con la salud cardiovascular, propiedades antiinflamatorias, defensa antioxidante y mejor función cerebral (Zerehannes et al., 2025). Estudios previos han demostrado que la fermentación espontánea puede potenciar la actividad antioxidante de jugos de frutas, aunque se requiere de más investigación para comprender completamente sus efectos. A pesar de su potencial, la microbiota nativa de *Vitis tiliifolia* y el efecto de la fermentación espontánea sobre sus propiedades fisicoquímicas y antioxidantes no han

sido ampliamente estudiados. Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la fermentación espontánea sobre las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes del jugo de *Vitis tiliifolia* e identificar los microorganismos que realizan la fermentación.

## METODOLOGÍA

### Muestras

Se recolectaron frutos de *Vitis tiliifolia* en el mes de agosto 2024 en la localidad de Agua Caliente, Veracruz, México (19°19'00.4" N, 96°38'50.0" O). Después se seleccionó manualmente considerando grado de madurez, lesiones, remoción de hojas y despallado. Posteriormente, se realizó la extracción del jugo mediante prensado.

### Rendimiento

Se obtuvo un rendimiento con 100 g del fruto, obteniendo 50 mL de jugo y 43.94 g de pulpa con semillas y cáscara, debido a merma que se quedó retenida en el material. Para ello se utilizó la ecuación. (1)

$$\text{Rendimiento (\%)} = \left( \frac{PJ}{PF} \right) * 100$$

Ecuación 1. Rendimiento. PJ: Peso del jugo; PF: Peso del fruto.

### Ensayo de fermentación del jugo

Una vez obtenido el jugo se ajustaron los grados Brix (°Bx) 12 y se colocaron 60 mL de jugo en recipientes de plástico estériles con una válvula de fermentación de manera hermética. Después se fermentó espontáneamente a 37 °C por 15 días y se midieron pH, acidez total titulable, sólidos solubles totales y porcentaje de alcohol cada día para monitorear la fermentación.

### Determinación de pH

El pH del jugo de *Vitis tiliifolia* fermentado y sin fermentar se determinó con el potenciómetro (HI 9811-5 HANNA instruments, USA) a 25 °C por triplicado (Latimer, Jr. 2023b).

### Determinación de sólidos solubles totales (°Bx)

Las mediciones se realizaron en un refractómetro digital (Hanna Instruments, HI 96801 refractómetro, Rumania), previamente calibrado, la medición se realizó por triplicado (Latimer, Jr. 2023a).

### Determinación del porcentaje de acidez titulable

Para determinar acidez se tomaron 20 mL de jugo fermentado o sin fermentar, se agregó indicador (fenolftaleína) y se tituló con Hidróxido de Sodio 0.1

N. Se tomó el volumen gastado y se calculó el porcentaje de acidez mediante la ecuación (2), se realizó por triplicado (Hart y Fisher, 1991).

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V \cdot N \cdot \text{meq} \cdot 100}{M}$$

Ecuación 2. Porcentaje de acidez. Dónde: N= Normalidad, V=

Volumen gastado, meq= miliequivalentes de ácido cítrico hidratado (0.07005),

M= peso de la muestra del jugo de *Vitis tiliifolia*.

### Determinación de porcentaje de alcohol

Para determinar el porcentaje de alcohol del jugo se midió la densidad antes y después de la fermentación. Estas mediciones se hicieron con el densímetro (Brewmasters, Estados Unidos) y se determinó el porcentaje de alcohol con la ecuación (3).

$$\text{Alcohol (\%)} = (DI - DF) \times 131.25$$

Ecuación 3. Porcentaje de alcohol. Donde: DI: densidad

inicial; DF: densidad final; 131.25 es una constante.

### Caracterización de la bebida

Una vez obtenidos los perfiles de pH, acidez total titulable, contenido de alcohol (%) y sólidos solubles totales se determinó el punto óptimo de fermentación y se caracterizó el jugo de uva fermentado.

### Determinación de color

Se determinó color utilizando un colorímetro (Color Flex V1-72SNHCX 1115 s/n: Cx1115 Hunter Lab, Estados Unidos), en la escala CIE L\*, a\*, b\*. Donde L\* indica la brillantez o luminosidad y sus valores van del 0 al 100, a\* en valores positivos está en dirección de los rojos y valores negativos en dirección de los verdes, b\* valores positivos hacia los amarillos y valores negativos hacia los azules.

### Determinación del porcentaje de inhibición del radical 2,2- difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)

La determinó el porcentaje de inhibición del radical DPPH en un espectrofotómetro (Thermo Fisher Scientific, modelo F1-01620 Vanta, Finlandia) a 517 nm, para esto se mezclaron 270 µL del reactivo DPPH y 30 µL de jugo, se incubo por 30 minutos a 25 °C (Juárez Trujillo et al., 2017). El porcentaje de inhibición se determinó con la ecuación (4).

$$\text{Porcentaje de inhibición (\%)} =$$

$$\frac{\text{Abs C} - \text{Abs M}}{\text{Abs C}} \times 100$$

Ecuación 4. Porcentaje de inhibición. Donde: Abs

M=absorbancia de la muestra, Abs B=absorbancia del blanco, Abs

C=absorbancia del control.

### Determinación de antocianinas

Se determinó el factor de dilución realizando un barrido de 200 a 700 nm de longitud de onda en un espectrofotómetro UV según (Giusti & Wrolstad, 2001). El factor de dilución se calculó según la ecuación (5).

*Factor de dilución*

$$= \frac{\text{Volumen de buffer de pH 1}}{\text{Volumen de la muestra}}$$

Ecuación 5. Factor de dilución

Una vez obtenido el factor de dilución se realizaron las diluciones con los buffers de pH 1 y 4.5 y se leyeron las absorbancias a 517 y 700 nm. El contenido de antocianinas se calculó mediante las siguientes ecuaciones (6) y (7).

$$A = \frac{[(\text{Abs})_{517\text{nm}} - (\text{Abs})_{700\text{nm}}] \text{pH}_1}{[(\text{Abs})_{517\text{nm}} - (\text{Abs})_{700\text{nm}}] \text{pH}_{4.5}}$$

Ecuación 6. Antocianinas

$$\text{Antocianinas monoméricas} \left( \frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) = \frac{(A)(PM)(FD)(1000)}{\epsilon}$$

Ecuación 7. Antocianinas monoméricas. Dónde: PM= peso molecular de cianidin-3-glucosido (449.2), FD=factor de dilución,  $\epsilon$ =absortividad molar (26 900).

### Determinación de polifenoles totales

La determinación de polifenoles totales se llevó a cabo por el método de Folin-Ciocalteu (Juárez Trujillo et al., 2017). Se colocaron 30  $\mu$ L del extracto, 30  $\mu$ L del reactivo de Folin-Ciocalteu, se incubó durante 2 minutos a 40 °C. Una vez transcurridos los 2 minutos, se añadieron 240  $\mu$ L de carbonato de sodio al 5% y se incubó por 20 minutos a 40 °C y se midió la absorbancia a 765 nm en la microplaca (Thermo Fisher Scientific Oy, modelo 1510, Finlandia). Los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico (GAE) por mL de jugo.

### Identificación de microorganismos fermentadores

Se inoculó un mL de jugo fermentado de *Vitis tiliifolia* en 10 mL de caldo extracto de malta, se dejó incubando tres días a 25 °C. Posteriormente, se sembró por estriado en agar extracto de malta y las placas se incubaron a 25 °C por tres días. Posteriormente se realizó una tinción de azul de metileno para identificar las levaduras y una tinción de Gram.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

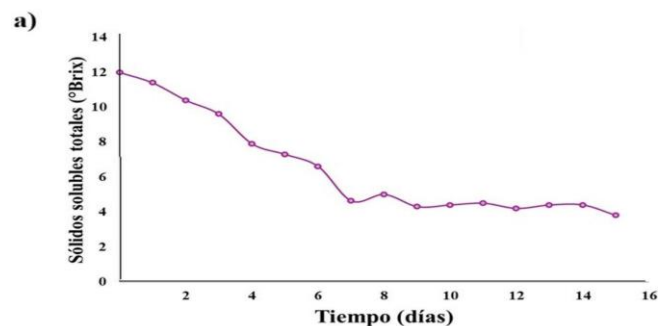
### Propiedades de fermentación del jugo

El azúcar total, la acidez total y el pH son indicadores críticos durante la vinificación, que impactan directamente el progreso de la fermentación y la calidad del vino (Zhang et al., 2025). Por lo que se monitorearon estos parámetros a lo largo de la fermentación. El pH, el porcentaje de acidez y los sólidos solubles totales fueron de 3.1, 1.62% y 12 °Bx. El pH (3.18) coincide con lo reportado por Miño Valdés et al., (2015). Sin embargo, los °Bx (19) fueron más bajos probablemente por el tipo de uva que se utilizó.

La figura 1 muestra los perfiles de a) sólidos solubles totales; b) pH; c) acidez total titulable y d) porcentaje de alcohol de jugo fermentado de *Vitis tiliifolia*. Se observa que los sólidos solubles totales disminuyeron durante la fermentación lo que indica una progresión normal. Además, se observó la ebullición del jugo tornándose turbio y espumoso por el CO<sub>2</sub> que se desprende, este resultado es similar a lo reportado por Hoyos et al., (2010).

La reducción de azúcares es debido a que, durante la fermentación alcohólica, las levaduras *Saccharomyces* convierten el azúcar del mosto en etanol y CO<sub>2</sub> (Zhang et al., 2025). Al mismo tiempo, la acidez total se mantuvo y después disminuyó, probablemente debido a la acumulación de ácido orgánico. El pH no cambió durante todo el proceso fermentativo y se encuentra en el rango apropiado para el desarrollo de las levaduras, esto es concordante con lo reportado por otros autores al fermentar con otro tipo de uvas (Miño Valdés et al., 2015).

Zhang et al., (2025) reportaron un porcentaje de alcohol 12.86 y 12.93 para la fermentación de uvas Marselan y Cabernet Franc, lo que es mayor al porcentaje de alcohol reportado en este trabajo (6.30%), probablemente debido al contenido más bajo de sólidos solubles en la uva.



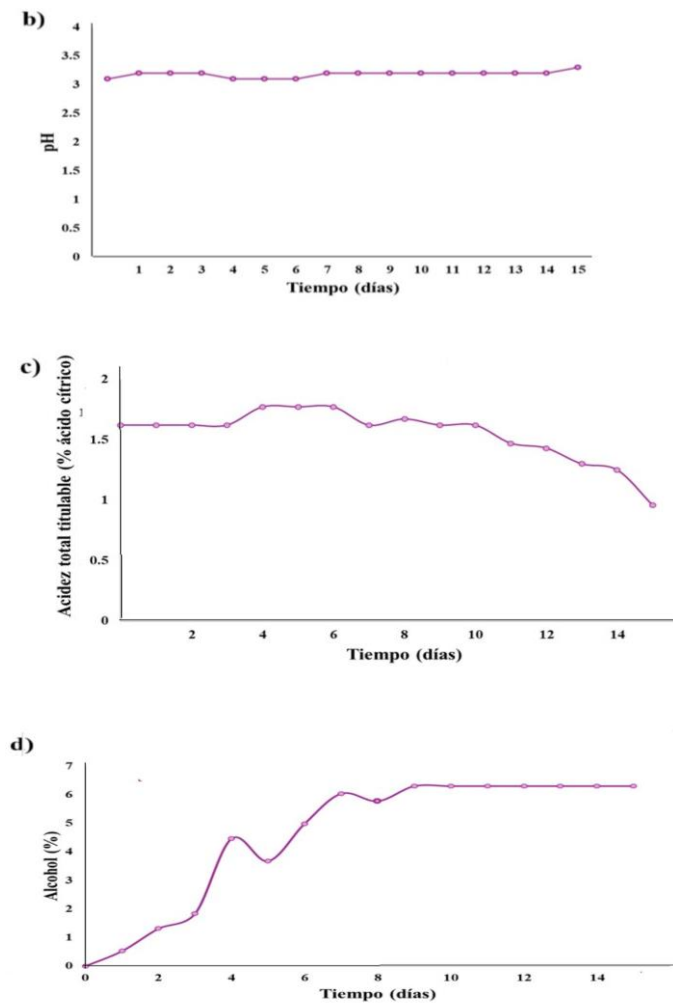


Figura 1. Perfiles de a) sólidos solubles totales, b) pH, c) acidez total titulable y d) Alcohol (%) de jugo fermentado de *Vitis tiliifolia*.

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó que los parámetros de alcohol y sólidos solubles totales se estabilizaban a los ocho días por lo que se caracterizó la bebida fermentada este tiempo. Este tiempo de fermentación es similar a lo reportado por Franco et al., (2021) para la

fermentación espontánea de uva de la Región del Maule (Chile).

La tabla 1 muestra los parámetros fisicoquímicos del jugo fermentado y sin fermentar. Se puede observar que hay una disminución significativa ( $p \leq 0.05$ ) de los sólidos solubles totales y los azúcares reductores lo que concuerda con lo reportado por otros autores al fermentar de manera espontánea (Wei et al., 2022, Zhang et al., 2025). También, se observó que durante los primeros seis días el consumo de azúcares es mayor, debido a que los primeros días la velocidad de reacción es más alta y que a los ocho días, se ha consumido todo el azúcar fermentable, lo que indica que el proceso de fermentación ha terminado. Estos resultados de consumo de azúcares en los primeros días concuerda con lo reportado por Calderón et al., (2016).

El color de la muestra está correlacionado con el contenido de pigmento (Janiszewska-Turak et al., 2022).

Propiedad	Jugo sin fermentar	Jugo fermentado
Solidos solubles totales (° Brix)	13.93 ± 0.20	5.00 ± 0.00
pH	3.10 ± 0.00	3.20±0.00
Acidez total titulable (% ácido cítrico)	1.62 ± 0.00	1.67±0.00
Azúcares reductores	12.36 ± 0.11	0.00±0.00
L	8.48 ± 0.34	21.67±0.27
a*	14.88 ± 0.35	14.61±0.22
b*	1.67 ± 0.50	2.29±0.21
Alcohol (%)	----	6.30±0.00
Cambio total de color	----	31.12±0.00

--No presente--

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de jugo de *Vitis tiliifolia* antes y después de fermentar. Fuente:

Elaboración propia.

Además, se observó un cambio en la luminosidad y un cambio total del color de (31.12), probablemente relacionado con el metabolismo de las levaduras y la producción de metabolitos secundarios. Por otro lado, no se observaron cambios en el pH y la acidez antes y después de la fermentación. El pH de los mostos del vino de mesa debe estar entre un rango de 3.1 a 3.6 (Hoyos et al., 2010), por lo que de acuerdo con el pH del vino producido a partir de *V. tiliifolia* este podría ser considerado como un vino de mesa.

### Identificación y cuantificación de microorganismos fermentadores

Se ha demostrado que las comunidades microbianas de las bayas de uva incluyen hongos filamentosos, levaduras y bacterias, y la estructura de su comunidad está determinada por factores como la

etapa de maduración de la fruta, la disponibilidad de nutrientes, el pH, las características genéticas, la estructura epidérmica y la composición química de la uva (Zhang et al., 2025), por lo que se identificaron los microorganismos fermentadores de uva silvestre antes y después de la fermentación. Se ha reportado que durante la fermentación de la uva los no *Saccharomyces* inician el proceso de fermentación (especialmente *Hanseniaspora*, *Candida*, *Starmerella*, *Wickerhamomyces*), y posteriormente son reemplazados por *Saccharomyces*, lo que llevó a la fermentación hasta el final (Wei et al., 2022). Este comportamiento se encontró en la fermentación de jugo de *V. tiliifolia*, en la figura 2a se muestran diferentes tipos de microorganismos fermentadores. Por otra parte, en la figura 2b se muestran solo levaduras después del proceso de fermentación, lo que podría indicar la presencia de *Saccharomyces*. La incapacidad de los no-*Saccharomyces* para mantener su presencia en fermentos se ha atribuido a su metabolismo oxidativo y fermentativo débil, su sensibilidad al aumento de la tasa de fermentación, la producción de

etanol y calor inducida por el crecimiento de *Saccharomyces* y su poca tolerancia a la baja disponibilidad de oxígeno (Wei et al., 2022).

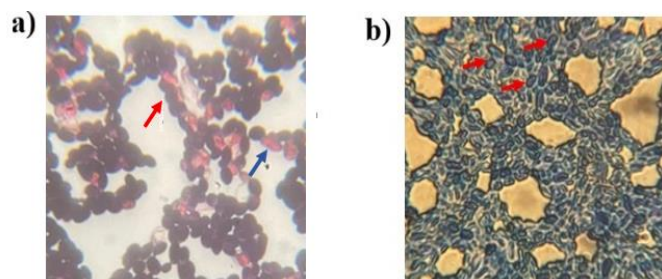


Figura 2. a) micrografías de microorganismos fermentadores antes de fermentar y b) micrografía de levaduras después de fermentar el jugo de *Vitis tiliifolia*. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los recuentos bacterianos es un parámetro importante en la evaluación del proceso de fermentación (Janiszewska-Turak et al., 2022). Por lo que la tabla 2 muestra la viabilidad de levaduras en jugo fermentado de *Vitis tiliifolia*. Las poblaciones de levaduras fueron de 7 log UFC/mL antes y después de la fermentación, observando que no hay una reducción de los microorganismos después de la fermentación indicando que son resistentes al aumento del alcohol. Estos resultados son similares a lo reportado por Franco et al., (2021)

para uvas de la Región del Maule (Chile) (7.39-7.81 log UFC/mL).

Jugo	Levaduras (UFC/mL)
Sin fermentar	$4.7 \times 10^7$
Fermentado 8 días (37 °C)	$1.8 \times 10^7$

Tabla 2. Viabilidad de levaduras en jugo fermentado de *Vitis tiliifolia*. Fuente: Elaboración propia.

### Evaluación de las propiedades antioxidantes del jugo fermentado

Informes han reportado que la calidad de las uvas de vino afecta directamente la calidad del vino, con componentes clave como el azúcar, los ácidos, los polifenoles, las antocianinas y los taninos que desempeñan un papel crucial en la determinación de la sensación en boca y el sabor del vino (Zhao et al., 2025). Los compuestos fenólicos son esenciales para la calidad del vino, influyendo en atributos como el color, la claridad, el sabor y la estabilidad (Zhao et al., 2025). Por lo que se evaluaron para la fermentación de jugo de uva silvestre, los resultados se muestran en la tabla 3. En este sentido se observa una disminución de los compuestos fenólicos de 26.54% y de las antocianinas de 66.22%. A pesar de esta disminución hubo un aumento de la capacidad

de inhibición del radical DPPH del 19.03% indicando que probablemente se están formando otros compuestos con capacidad antioxidante. Estos resultados de polifenoles son contrarios a lo reportado por Zhao et al., (2025), probablemente por el tipo de uva utilizada en los diferentes estudios y por su composición inicial.

Propiedad	Jugo sin fermentar	Jugo fermentado (8 días)
Polifenoles totales (mg EQ ácido gálico/ 100 mL)	82.50 ± 0.080	21.90 ± 0.014
Antocianinas (mg de cianidina 3-glucosido/ 100 mL)	2798.7 ± 0.834	1853.5 ± 0.577
DPPH (%Inhibición)	77.313 ± 1.848	96.343 ± 5.87

Tabla 3. Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de jugo de *Vitis tiliifolia* antes y después de fermentar. Fuente: Elaboración propia.

### CONCLUSIONES

La fermentación del jugo de *Vitis tiliifolia*, una especie de vid silvestre con gran potencial enológico permitió la obtención de una bebida fermentada con una alta capacidad antioxidante, evidenciando su valor como materia prima alternativa para la elaboración de productos funcionales. Durante el proceso de fermentación alcohólica, se logró además la identificación de diversas cepas de levaduras fermentadoras que presentan atributos deseables

para la vinificación, tales como una eficiente conversión de azúcares en etanol, tolerancia de alcohol y la producción de compuestos fenólicos que contribuyen en la complejidad sensorial del producto final.

Estos resultados resaltan la importancia de la microbiota autóctona presente en la fermentación espontánea de *Vitis tiliifolia*. El estudio de estos microorganismos permite no sólo comprender mejor los mecanismos de fermentación natural de esta especie, sino también de seleccionar cepas nativas con potencial biotecnológico para su aplicación en la industria vinícola.

De esta manera, los hallazgos obtenidos aportan información importante sobre la diversidad microbiana y las propiedades bioactivas de las bebidas derivadas de *Vitis tiliifolia*. Además, abren nuevas perspectivas para la diversificación y valorización de esta uva silvestre, impulsando su aprovechamiento sostenible en la producción de bebidas fermentadas con características diferenciadas y beneficios potenciales para la salud, debido a su notable actividad antioxidante.

## BIBLIOGRAFÍA

- Calderón, R. R., Muñoz, O. F., y Flores, J. H. C. (2016). Estudio del consumo de azúcares reductores durante la fermentación alcohólica del mosto de uva Italia para la obtención de vino blanco. *Industrial Data*, 19(2), 104–110. <https://doi.org/10.15381/idata.v19i2.12842>
- Franco, W., Benavides, S., Valencia, P., Ramírez, C., y Urtubia, A. (2021). Native Yeasts and Lactic Acid Bacteria Isolated from Spontaneous Fermentation of Seven Grape Cultivars from the Maule Region (Chile). *Foods*, 10(8), 1737. <https://doi.org/10.3390/foods10081737>
- Giusti, M. M., y Wrolstad, R. E. (2001). *Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy*. <https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Hart, F. L., y Fisher, H. J. (1991). *Análisis moderno de los alimentos*. Acribia.
- Hegazy, A. K., Mohamed, A. A., Ali, S. I., Alghamdi, N. M., Abdel-Rahman, A. M., y Al-Sobeai, S. (2019). Chemical ingredients and antioxidant activities of underutilized wild fruits. *Heliyon*, 5(6), e01874. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01874>
- Hoyos, J. L., Urbano, F. E., Villada Castillo, H. S., Mosquera, S. A., y Navia, D. P. (2010). Determinación de parámetros fermentativos para la formulación y obtención de vino de naranja (*Citrus sinensis*). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(1), 26–34.
- Janiszewska-Turak, E., Walczak, M., Rybak, K., Pobiega, K., Gniewosz, M., Woźniak, Ł., & Witrowa-Rajchert, D. (2022). Influence of Fermentation Beetroot Juice Process on the Physico-Chemical Properties of Spray Dried Powder. *Molecules*, 27(3), 1008. <https://doi.org/10.3390/molecules27031008>
- Jiménez, M., Juárez, N., Jiménez-Fernández, V., Monribot-Villanueva, J., y Guerrero-

Analco, J. (2018). Phenolic compounds and antioxidant activity of wild grape (*Vitis tiliifolia*). *Italian Journal of Food Science*, 30(1), 128–143.

Juárez Trujillo, N., Jiménez Fernández, V. M., Guerrero Analco, J. A., Monribot Villanueva, J. L., Jiménez Fernández, M., Juárez Trujillo, N., Jiménez Fernández, V. M., Guerrero Analco, J. A., Monribot Villanueva, J. L., y Jiménez Fernández, M. (2017). Caracterización del aceite y harina obtenido de la semilla de uva silvestre (*Vitis tiliifolia*). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(5), 1113–1126. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i5.112>

Latimer, Jr., G. W. (2023a). *AOAC Official Method 932.12 Solids (Soluble) in Fruits and Fruit Products: Refractometer Method* (22nd Edition). Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL | AOAC Publications | Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.3368>

Latimer, Jr., G. W. (2023b). *AOAC Official Method 981.12 pH of Acidified Foods* (22nd ed.). Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL | AOAC Publications | Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.3563>

Miño Valdés, J. E., Martos Actis, M. A., Herrera Garay, J. L., y González Suarez, E. (2015). Fermentación alcohólica con mosto de uva niágara rosada y levaduras de la misma fruta. *Centro Azúcar*, 42(2), 10–20.

Wei, R., Ding, Y., Chen, N., Wang, L., Gao, F., Zhang, L., Song, R., Liu, Y., Li, H., y Wang, H. (2022). Diversity and dynamics of microbial communities during spontaneous fermentation of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) from different regions of China and their relationship with the volatile components in the wine. *Food Research International*, 156, 111372. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111372>

72

Zerehannes, T. Z., Esho, T. B., Teklie, A. W., Woldemariam, H. W., Satheesh, N., y Wotango, A. S. (2025). Chemical Profile and Alcoholic Fermentation Analysis of the Ethiopian Wild Edible Fruit *Physalis peruviana* L. *Applied Sciences*, 15(1), 413. <https://doi.org/10.3390/app15010413>

Zhang, X., Zhuang, J., Wang, X., Qin, Y., Song, Y., Liang, Y., Jiang, J., y Liu, Y. (2025). Deterministic vs. stochastic: Fungal assembly driven by grape cultivar dictates divergent wine aromas in spontaneous fermentation. *Food Research International*, 221, 117473. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.117473>

Zhao, M., Guan, R., Wang, K., Zhang, X., Mou, M., Li, M., Sam, F. E., & y Jiang, Y. (2025). Pre-harvest Chitooligosaccharide application enhances phenolic composition, antioxidant capacity, and sensory quality of cabernet Gernischt grapes (*Vitis vinifera* L.)

and wine. *Food Chemistry: X*, 29, 102853. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102853>