



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA DE
FRUTOS DE *Vitis cinerea*

TESINA

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

PRESENTA:

MISAEAL HERNÁNDEZ PÉREZ

MODALIDAD: TESINA

ASESORES: DR. OMAR FRANCO MORA

MTRA. BIOTEC. GABRIELA SALOMÓN HERNÁNDEZ

FEBRERO 2024

CAMPUS UNIVERSITARIO "EL CERRILLO", EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS,

MUNICIPIO DE TOLUCA, MÉX.



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS	3
	2.1. Objetivo general	3
	2.2. Objetivo específico	3
3.	HIPÓTESIS	4
4.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
	4.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA UVA EN MÉXICO	5
	4.1.1. Uva de mesa	5
	4.1.2. Uva para vino	5
	4.1.3. Uva pasa	6
	4.1.4. Uso farmacológico	6
	4.2. VINIFICACIÓN	7
	4.2.1. Vinos de <i>Vitis vinifera</i>	8
	4.2.2. Vinos de especies distintas a <i>Vitis vinifera</i>	8
	4.2.3. Calidad del vino	9
	4.2.3.1. Compuestos fenólicos	9
	4.2.3.2. Color	10
	4.2.3.3. Contenido de alcohol	11
	4.2.3.4. Densidad	11
	4.2.3.5. Acidez y ph	11
	4.3. VIDES MEXICANAS	12
	4.3.1. <i>Vitis cinerea</i>	12
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
	5.1. LUGAR DE COSECHA	14
	5.2. ELABORACIÓN DE LA BEBIDA	16
	5.3. CARACTERIZACIÓN DE LA BEBIDA	24
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
	6.1. CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS	26
	6.1.1. Compuestos fenólicos	26
	6.1.2. Contenido de alcohol	28
	6.1.3. Acidez titulable y ph	29
	6.1.4. Sólidos solubles totales	30

6.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	31
6.2.1. Densidad	31
7. CONCLUSIONES	32
8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de compuestos fenólicos en una bebida alcohólica elaborada en 2023 artesanalmente con bayas de <i>Vitis cinerea</i>	26
Tabla 2. Características bioquímicas de la bebida alcohólica obtenida a partir de uvas de <i>Vitis cinerea</i>	29

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Figura 1. Vista parcial de las plantas de <i>Vitis cinerea</i> ‘Queen Elizabeth’ de las cuales se cosecharon los frutos para elaborar una bebida alcohólica.	14
Figura 2. Vista parcial de las uvas de <i>Vitis cinerea</i> ‘Queen Elizabeth’ cosechadas en 2023.....	15
Figura 3. Desgrane de las uvas de <i>Vitis cinerea</i> ‘Queen Elizabeth’ para elaborar una bebida alcohólica.	16
Figura 4. Proceso de limpieza de las uvas de <i>Vitis cinerea</i> ‘Queen Elizabeth’ para elaborar una bebida alcohólica.	17
Figura 5. Semillas y restos de cáscara de uva (descarte) (<i>Vitis cinerea</i>) resultado de la extracción de jugo.	18
Figura 6. Desinfección del air lock con alcohol al 96 %.	18
Figura 7. Empaque de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> empleada para elaborar una bebida alcohólica de uvas de <i>Vitis cinerea</i> ‘Queen Elizabeth’.	19
Figura 8. Inicio de la fermentación del mosto obtenido de uvas de <i>Vitis cinerea</i> ‘Queen Elizabeth’	20
Figura 9. Fermentación activa del mosto obtenido de uvas de <i>Vitis cinerea</i> ‘Queen Elizabeth’, dicho proceso ocurrió en un lugar oscuro, la muestra se llevó a luz solo para tomar la imagen.	21

Figura 10. Termino de la fermentación del mosto obtenido de uvas de <i>Vitis cinerea</i> ‘Queen Elizabeth’, el indicativo del fin del proceso fue la no generación de CO ₂	22
Figura 11. Estado de la bebida después de dos semanas en refrigeración, a 4 °C; se observa el sedimento del mosto.	23
Figura 12. Estado de la bebida obtenida de uvas de <i>Vitis cinerea</i> ‘Queen Elizabeth’ después de dos semanas en refrigeración, a 4 °C; se observa el sedimento del mosto.....	23
Figura 13. Curva estándar para la determinación del contenido de compuestos fenólicos en una bebida alcohólica obtenida de uvas de <i>Vitis cinerea</i> ‘Queen Elizabeth’	24

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la especie más conocida del género *Vitis* es *V. vinifera* L., la uva común, consumida en fresco y seco, así como transformada, principalmente en vino, jugo y jalea (Parihar y Sharma, 2021). En México, representa aproximadamente 1 % del Producto Interno Bruto (PIB) Agrícola y siendo importante fuente de empleos y divisas (SAGARPA, 2017).

Al género *Vitis* también pertenecen aproximadamente otras setenta especies, la mayoría distribuidas en las regiones templadas del hemisferio norte (Shiraishi *et al.*, 2010; Zecca *et al.*, 2012). Sin embargo, el cultivo comercial de *V. vinifera*, y dentro de dicha especie, la preferencia de los mercados a ciertas cepas o cultivares, ha reducido la base genética del género *Vitis*. Particularmente, en México se ha indicado el registro de casi 20 especies nativas de *Vitis*, en gran parte del territorio nacional (Franco y Cruz, 2012). La importancia agrícola de las vides silvestres mexicanas es que suelen presentar tolerancia o resistencia a factores bióticos y abióticos y por ende pueden emplearse como portainjertos. Particularmente, *V. berlandieri*, *V. riparia* y *V. rupestris* presentan resistencia o tolerancia al insecto filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), dicha plaga fue la responsable de la destrucción de la industria vitícola en Europa en los años 1860 (CONAFRUT, 1973). De manera general, los frutos de vid silvestre son pequeños y ácidos, y la semilla ocupa un alto porcentaje del peso del fruto en su totalidad. Por ello, se ha dificultado el consumo y transformación del fruto, pero existen localidades en donde se prepara licor, jalea y se reporta en la literatura científica la factibilidad de obtener aceite de la semilla y bebidas con grado alcohólico (Franco-Mora *et al.*, 2024).

En México, desde tiempos prehispánicos se elaboraban bebidas alcohólicas a base de frutos de vid silvestre. Por lo que es importante profundizar en el estudio de la

estandarización y/o caracterización de este proceso, con la finalidad de determinar la calidad del producto y las posibilidades de su uso comercial. Además, en algunas de las zonas en donde de manera natural crecen las vides silvestres, los componentes de la planta han sido empleados como alimento, remedio a enfermedades, y elaboración de adornos y cercas de casas. Se sabe, incluso a nivel mundial, que la conservación de los recursos genéticos vegetales ha recaído en las poblaciones económicamente más vulnerables. La actividad de la conservación no es remunerada económicamente, y por tanto se realiza por tradición, gusto por la naturaleza, cariño a la tierra de origen, etc.

Así, debe considerarse ofrecer alternativas de uso sostenible y de obtención de satisfactores a partir de los recursos genéticos vegetales, que en el futuro podrían ser la base genética de programas de fitomejoramiento en vid, pero que en este momento son conservados por los habitantes de las localidades en donde crecen dichas especies vegetales.

Particularmente para especies de vid silvestre, en México se ha determinado la posibilidad de obtener aceite de semilla y bebidas alcohólicas, entre ellas licores y fermentos. Por ello, en este trabajo se busca generar información para la elaboración de una bebida alcohólica a partir de frutos de *V. cinerea*.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar parámetros cualitativos de una bebida alcohólica preparada a partir de uvas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth' cosechada en Zumpahuacán, México.

2.1.1. Objetivos específicos

- ✚ Determinar variables bioquímicas de una bebida alcohólica de vid silvestre
- ✚ Determinar variables físicas de una bebida alcohólica de vid silvestre

III. HIPÓTESIS

Es posible determinar aspectos cualitativos de una bebida alcohólica obtenida por la fermentación de frutos de *Vitis cinerea*.

IV. REVISIÓN LITERARIA

4.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA UVA EN MÉXICO

La uva, fruto de la vid, se consume principalmente en fresco (uva de mesa), en seco (uva pasa) y transformada en vino, jugo, jalea, mermelada y otros (SIAP, 2018). Su cultivo genera empleos en aproximadamente 15 estados del país (SIAP, 2023).

4.1.1. Uva de mesa

México produce aproximadamente 400000 t de uva para mesa, Sonora reporta 75 % de dicha producción; y en orden descendente le siguen Zacatecas (58000 t), Aguascalientes (7000 t), Baja California (4848 t) y Jalisco (2000 t) (SIAP, 2023). Otros estados productores son Guanajuato, Coahuila, San Luis Potosí, Durango, Baja California Sur y Puebla. En diez años, de 2012 a 2022, la producción nacional de uva de mesa aumentó 43 %, ya que la producción de 2012 fue de 280000 t (SIAP, 2018). En 2017, las importaciones de uva correspondieron a 133 millones de dólares y las exportaciones generaron 246 millones de dólares (SIAP, 2018). Las variedades de uva de mesa que más se producen en México son Flame seedless, Superior Seedless, Red Globe, Perlette y Summer Royal (SIAP, 2023).

4.1.2. Uva para vino

En México, en 2017, se destinaron 8 mil hectáreas para la producción de uva industrializada, la cual se utiliza principalmente para elaborar jugos y vinos. Se produjeron 64000 t, reduciéndose la producción 20 % en relación con el año 2012. Los estados de Baja California y Zacatecas son los principales productores, sumando 70 % de

la producción, seguidos de Sonora, Aguascalientes, Coahuila, Querétaro, Chihuahua, Guanajuato, San Luis Potosí y Nuevo León (SIAP, 2018, 2023).

En México, las principales variedades tintas de uva para vino que se cultivan son ‘Carbenet Sauvignon’, ‘Salvador’, ‘Carignan’, ‘Merlot’, ‘Tempranillo’ y ‘Syrah’; mientras que las variedades blancas son ‘Chenin Blanc’, ‘Chardonay’, ‘Early Divine’, ‘Saint Emillo’, ‘Savignon Blanc’ y ‘Moscatel’ (SIAP, 2018, 2023).

El consumo de vino per capita en México fue de 750 mL en 2017, y 1.2 L en 2019 (SIAP, 2018; Reyes, 2022). De acuerdo con Reyes (2022), en 2021 se produjeron en México 36 millones de litros de vino, de los cuales se exportaron 1.4 millones de litros; agregó que la producción de vino mexicano cubre entre 30 y 35 % de la demanda nacional. Baja California produce 70 % del vino mexicano y cuenta con 4500 ha plantadas con vides; las cuales están distribuidas en el valle de Guadalupe (2300 ha), San Vicente (1300 ha), Santo Tomas (400 ha) y otros (Santander, 2023).

4.1.3. Uva pasa

En México se producen alrededor de 18 mil toneladas de uva pasa al año, siendo Sonora casi de manera exclusiva el productor de esta (17800 t), se reporta que Baja California tiene participación con 350 t (SIAP, 2023).

4.1.4. Uso farmacológico

A muchas especies de *Vitis* se les atribuye propiedades medicinales. Los frutos, hojas, y savia de la planta, poseen propiedades medicinales y constituyen un excelente alimento. Es frecuente que las farmacéuticas naturistas utilicen derivados de plantas de *Vitis* para combatir problemas reumáticos, de gota y enfermedades cardiovasculares. Se usa como astringente para disminuir inflamaciones, remedia problemas de nutrición, trastornos del tubo digestivo, hígado, la dispepsia y la dureza del vientre; además para tratar

hemorroides, cólicos biliares, hipertrofia del brazo, bronquitis, tisis (tuberculosis), litiasis biliar y afecciones de las vías respiratorias y circulatorias. De igual manera, las uvas pasas tienen propiedades laxantes; si se consume la uva entera, sin desechar la cascara, ayuda a limpiar el intestino previniendo en estreñimiento (Tobar *et al.*, 2007).

4.2. VINIFICACIÓN

La vinificación es la transformación de las uvas en vino, la levadura *Saccharomyces* spp. transforma los azúcares, principalmente glucosa y fructosa, presentes en la pulpa y cáscara de las uvas en alcohol. En esta fermentación, además de etanol, otros productos formados son glicerol, ácido succínico, butilenglicol, ácido acético, láctico y otros alcoholes (Tatersall, 2005). El proceso de elaboración de vino puede resumirse como sigue: recepción de uva (pesado); despalillado y estrujado; maceración; fermentación alcohólica, control de temperatura, remontados; descubado; prensado; fermentación maloláctica; coupage o mezcla; crianza; clarificación, estabilización y filtración; y embotellado (Tatersall, 2005).

El contenido de alcohol en el vino, adquirido por la fermentación, no puede ser menor a 8.5% (OIV, 2016). Según la Organización Internacional del Vino (OIV, 2022), los tipos de vino son:

Seco: Cuando el vino contiene 4 g/L de glucosa más fructuosa como máximo o hasta 9 g/L cuando el contenido de acidez total (expresado en gramos de ácido tartárico por litro) no es inferior a 2 g/L con referencia al contenido de glucosa más fructuosa.

Semiseco: cuando el grado de azúcar del vino sea superior al vino seco y no supere los 12 g/L; o los 18 g/L, cuando la diferencia entre el contenido de azúcar y el contenido de acidez total expresado en gramos por litro de ácido tartárico no supera los 10 g/L.

Semidulce: cuando el vino contiene más de 18 g/L hasta máximo 45 g/L de glucosa más fructosa.

Dulce: Cuando el vino tiene un contenido de glucosa más fructuosa de 45 g/L como mínimo.

5.2.1. Vinos de *Vitis vinifera*

Según la OIV (2023), en el mundo se producen 34 mil toneladas de uva para vino, y de ellas se obtienen 262000000 hL de vino. Los principales países productores son Italia, Francia, España y Estados Unidos; sus producciones nacionales son: 50, 46, 36 y 22 millones de hectolitros (Statista, 2023). La mayoría de las uvas comerciales destinadas a la preparación de vino son de la especie *V. vinifera*; existe otro grupo numeroso proveniente de hibridaciones de *V. vinifera* con *V. riparia*, *V. aestivalis* o *V. rupestris*. Las variedades más cultivadas en el mundo son ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Merlot’, ‘Tempranillo’, ‘Airen’, ‘Chardonnay’, ‘Syrah’, ‘Grenache Noir’, ‘Sauvignon Blanc’, ‘Pinot Noir’ and ‘Ugni Blanc’ (Sharma *et al.*, 2021).

5.2.2. Vinos de especies distintas a *Vitis vinifera*

La selección de variedades nativas de uva ha sido una práctica antigua para mejorar la viticultura local. De hecho, actualmente se sabe que los híbridos de *V. vinifera* con otras especies han sido menos afectados por ambientes desfavorables (Sharma *et al.*, 2021). Por otro lado, la vinificación mezclando *V. vinifera* con otras especies locales puede mejorar la calidad de algunos vinos. En China, se reporta la mezcla en la vinificación de ‘Cabernet Gernischt’ (*V. vinifera*) con la uva ‘Beibinghong’ (*V. amurensis*); y la de *V. davidii* (Foex.) con *V. vinifera* para mejorar el color, la acidez titulable y la calificación sensorial del vino (Ju *et al.*, 2021; Song *et al.*, 2022). Mientras que, en Corea del Sur, existe interés en producir de manera masiva un vino producto de la mezcla de *V. hybrida*

y *V. coignetiae*, por sus propiedades adecuadas para reducir la hipertensión arterial (Jeong-Hoon *et al.*, 2011). En Europa, también existe tradición en la vinificación de algunos cultivares de *V. labrusca* (Karabulut *et al.*, 2023).

Previo a la conquista de México por los españoles, algunas culturas prehispánicas usaron los frutos de las vides silvestres mexicanas para producir bebidas alcohólicas (Murphey, 1990). Algunos reportes recientes indican que, en algunas zonas de México, ese conocimiento se sigue aplicando. Las uvas de vides silvestres se siguen fermentando de manera natural en localidades del estado de Veracruz, Puebla e Hidalgo para preparar vino casero (Cruz *et al.*, 2009; Franco y Cruz, 2012), o se prepara licor con la adición de azúcar y alcohol de caña (Galindo-Tovar *et al.*, 2019). Recientemente se reportó la preparación de vino a base de uvas de *V. tiliifolia* colectadas en el municipio de Zongolica, Veracruz; las uvas se prensaron y al mosto se le adicionó azúcar y una cepa comercial de *S. cerevisiae* estando el grado de alcohol de dicha bebida, en el rango de la norma mexicana para bebidas alcohólicas (Rosas-Leyva *et al.*, 2023).

4.2.3. Calidad del vino

El vino es un producto típico cuya demanda y precio en el mercado presenta un amplio rango de valores y depende en mucho de percepción de su calidad evaluada por expertos. Los factores de calidad del vino incluyen al perfil sensorial y su color, los cuales son determinados entre otros factores por la genómica, composición del suelo, ambiente de desarrollo, manejo del cultivo y prácticas de vinificación entre otras (Kurtanijek, 2023).

4.2.3.1. Compuestos fenólicos

El vino es una rica fuente de compuestos fenólicos los cuales contribuyen a la sensación en el paladar, sabor, color y aroma. El contenido de fenoles en el vino depende de diversos factores; entre ellos la cepa de uva empleada, las condiciones ambientales durante el

crecimiento de la baya, el método de vinificación y la levadura empleada, entre otros (Zhang *et al.*, 2021). Los compuestos fenólicos son compuestos orgánicos con uno o más grupos hidroxilos unidos a uno o más anillos de benceno. En un vino, los compuestos fenólicos provienen de las siguientes fuentes: a) la propia uva u otro material relativo a la uva como el pedúnculo, e incluso las hojas y tallos de la vid, adicionados de manera intencionada o no intencionada durante la fermentación; b) producidos durante la fermentación de las uvas; 3) de los productos de roble empleados durante el remojado, fermentación y añejamiento y 4) por la adición de taninos comerciales adicionados durante la elaboración del vino (Morata *et al.*, 2020).

Los taninos, los ácidos fenólicos y las antocianinas son los principales compuestos fenólicos presentes en el vino, y resultan ser de los compuestos principales en determinar la calidad de un vino. Debido al complejo proceso que implica la vinificación, existe mayor diversidad de compuestos fenólicos en el vino que en las bayas. Los compuestos fenólicos presentes en el vino pueden catalogarse en dos grupos, flavonoides y no flavonoides. De manera siguiente, los flavonoides pueden ser: antocianinas, flavonoles, flavononas, flavandioles, flavonas, flavononoles, chalcones; mientras que los no flavonoides incluyen a los ácidos fenólicos, taninos, estilbenos, caumarinas, derivados del fenil etanol y lignanos (Zhang *et al.*, 2021).

4.2.3.2. Color

El color del vino es uno de sus principales atributos de calidad; y depende en alto porcentaje de la composición de compuestos fenólicos. El color del vino proporciona información sobre su evolución, desarrollo e incluso posibles defectos durante su añejamiento y almacenamiento (Martínez-Pérez *et al.*, 2020). En vinos tintos, es aceptado que el color es proporcionado principalmente por los compuestos fenólicos denominados

antocianinas. El color tinto de las antocianinas es debido al catión flavilium, el cual es estable solamente a pH 2 o menor; cuando el pH se incrementa se forman antocianinas incoloras. El color tinto de vinos jóvenes, con pH cercanos a 3.6, se debe principalmente a la asociación del flavilium con otros componentes del vino como los flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos (Torres-Rochera *et al.*, 2023).

4.2.3.3. Contenido de alcohol

De acuerdo con la OIV (2016) el contenido mínimo de etanol del vino es 8.5 %. Las normas legales de Chile indican que la cantidad mínima de alcohol que deben contener los vinos y vinos generosos es de 11.5 y 14 %, respectivamente (González *et al.*, 2018). Mientras que la Norma Mexicana de Bebidas alcohólicas indica que el vino debe contener al menos 8 % de alcohol (Gobierno de México, 2017).

4.2.3.4. Densidad

La densidad es una propiedad física importante de todos los líquidos, y es definida como la masa de una sustancia por unidad de volumen. Esta propiedad a la par de la viscosidad son propiedades reológicas que afectan la sensación bucal de las bebidas; por lo que influyen en la preferencia de los consumidores. Aunque existen pocos estudios de los componentes del vino más relacionados con su densidad, se ha establecido que los azúcares tienen alta influencia en la densidad percibida (Alexandra *et al.*, 2022). Neto *et al.* (2015) por su parte, encontraron que el contenido de alcohol se relacionaba con la densidad de vinos brasileños evaluados.

4.2.3.5. Acidez y pH

Los principales ácidos que determinan la acidez titulable en los vinos son el ácido tartárico, málico, láctico y cítrico. Desde el punto de vista sensorial, los ácidos tartárico y cítrico influyen en la sensación de frescura; mientras que el ácido málico es complejo

ya que su influencia depende de su concentración. El manejo de la acidez de los vinos se ha vuelto más compleja en los años recientes debido a la influencia del cambio climático (Vicente *et al.*, 2020). Es importante señalar, que la calidad del vino está muy relacionada a la sensación dulzor-acidez que el consumidor experimenta. La acidez titulable es el resultado de la suma de todos los ácidos orgánicos individuales presentes en la bebida; y cada uno de ellos aportan una sensación particular, con descripciones que van desde la frescura, lo ácido y lo metálico (Chidi *et al.*, 2018).

5.3. VIDES MEXICANAS

Se considera que más de 30 especies de vides no europeas son originarias de Norteamérica; y la mayoría de ellas se desarrollan en México (Huerta-Acosta *et al.*, 2022). La revisión de datos de herbarios indicó la presencia de 18 especies en México (Franco y Cruz, 2012). Se considera que la mayor diversidad de estas especies se encuentra en el este y centro de México; mientras que la zona de Coahuila es la menos diversa. Se ha determinado que actualmente en los bancos de germoplasma de este género, las especies más representativas son *V. arizonica* y *V. cinerea* (Huerta-Acosta *et al.*, 2022). Las vides mexicanas son importantes para la viticultura porque presentan resistencia o tolerancia al ataque del insecto filoxera y son resistentes a algunas enfermedades. Sus bayas se consumen en fresco y ocasionalmente son transformadas por la agroindustria (Luna *et al.*, 2006; Franco-Mora *et al.*, 2008).

4.3.1. *Vitis cinerea*

Se ha establecido que es importante generar información que permita el uso y disfrute de los recursos fitogenéticos, orientándose a la generación de recursos económicos que permitan a los pobladores de cada región la satisfacción de sus necesidades (Franco y

Nava, 2023). En una caracterización *in situ* de 8 accesiones de *V. cinerea* creciendo en los municipios de Temascaltepec y San Simón de Guerrero, en el sur del Estado de México, se determinó que los racimos son de 8.9 a 10.5 cm de longitud; 5 cm de ancho en la parte más amplia, la longitud del escapo principal es de 3 cm; presenta de 40 a 80 bayas por racimo, pesando de 13 a 24 g por racimo, mientras que el peso por baya es de 0.32 a 0.46 g. El contenido de sólidos solubles totales varió de 15.7 a 18.5 °Bx, la pulpa y jugo presentan cantidades similares entre azúcares reductores (glucosa y fructosa) y no reductores (sacarosa); mientras que el contenido de compuestos fenólicos ronda los 5 mg de equivalente de ácido tánico/g peso fresco (PF). Se contabilizó en promedio tres semillas por fruto (Franco-Mora *et al.*, 2012). Mientras que la accesión de *V. cinerea* ‘Queen Elizabeth’, establecida en conservación *ex situ*, en Zumpahuacán, México, presentó frutos con promedio de 16 °Bx y 0.3 g de peso (Sabas-Chávez *et al.*, 2016). Esta accesión fue la segunda más productora de frutos bajo condiciones de conservación *ex situ*, calculándose su producción en 35 t/ha (Sabas-Chávez *et al.*, 2018).

Se han propuesto otras alternativas de uso de *V. cinerea*, tales como la extracción de aceite de su semilla, aceite que presentó cantidad y calidad similar a la que se tiene en semillas de *V. vinifera* (Sabas-Chávez *et al.*, 2018). Recientemente se reportó el potencial de hojas de *V. cinerea* ‘Queen Elizabeth’ para reducir la incidencia de *Botrytis cinerea* en fresa (Apolonio-Rodríguez *et al.*, 2023).

Con respecto a la elaboración de bebidas alcohólicas, (Franco-Mora *et al.* 2024) reportaron la presencia de al menos una cepa de *Saccharomyces* sp. en el proceso de fermentación natural de uvas de *V. cinerea* y con el objetivo de mejorar y estandarizar el proceso de vinificación, en una cosecha posterior se empleó una cepa comercial de la misma levadura.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. LUGAR DE COSECHA

Los frutos se cosecharon de una sola accesión de *V. cinerea*, denominada 'Queen Elizabeth' (Figura 1), la planta crece en un banco de germoplasma ubicado en la localidad de La Cruz, Zumpahuacán, Estado de México. Las plantas de vid se ubican en líneas a 1.5 m y distancia de 1.5 m entre plantas (Sabas-Chavez *et al.*, 2016). El banco de germoplasma se ubica a 1934 m de altitud, en una región en donde el clima es tipo (A) C (m) (f), con temperatura anual media de 18.2°C, 1055 mm de precipitación y 1706 mm de evaporación anual (García, 1988, 23; Sistema Meteorológico Nacional, 2024).



Figura 1. Vista parcial de las plantas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth' de las cuales se cosecharon los frutos para elaborar una bebida alcohólica.

A todas las plantas del banco de germoplasma se les conduce en sistema doble guyot; se fertilizan dos veces por año y se podan al menos una vez al año. En caso necesario se aplica *Bauveria bassiana* para el control de algunos insectos; no se emplean insecticidas químicos ni algún fungicida ya que los frutos y las hojas de las vides se han empleado para transformarlos en bebidas (Tobar-Reyes *et al.*, 2015; Franco-Mora *et al.*, 2024); además las hojas se han macerado para la obtención de fungicidas botánicos y ser componentes de películas comestibles (Martínez-Mendoza *et al.*, 2020; Apolonio-Rodríguez *et al.*, 2023).

Las bayas se cosecharon en agosto de 2023; seleccionando exclusivamente racimos que presentaban 100 % de las vides en color morado oscuro, ya que ese es el índice de cosecha que se ha manejado (Franco-Mora *et al.*, 2024). La cosecha fue manual, cortando con una tijera el escamo principal (Figura 2).



Figura 2. Vista parcial de las uvas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth' cosechadas en 2023.

Los frutos se separaron del pedúnculo (Figura 3) y se realizó una selección inicial, eliminando frutos que no estuvieran en el rango de calidad adecuado, es decir que

presentarán lesiones, y se separaron las impurezas de hojas y otros tejidos vegetales. Asimismo, se eliminaron los insectos que pudieran estar presentes en la cosecha. Posteriormente los frutos se trasladaron por carretera al laboratorio de Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrícolas.



Figura 3. Desgrane de las uvas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth' para elaborar una bebida alcohólica.

5.2. ELABORACIÓN DE LA BEBIDA

El proceso de vinificación se llevó a cabo de acuerdo con lo reportado por Rosas-Leyva *et al.* (2023) con algunas modificaciones. A continuación, se describe brevemente el proceso. Los frutos se depositaron en un recipiente para su lavado con agua potable,

eliminando la fruta que por densidad llegó a flotar (Figura 4); después de esta selección, se escurrieron los frutos para eliminar otras impurezas que pudieran estar presentes.

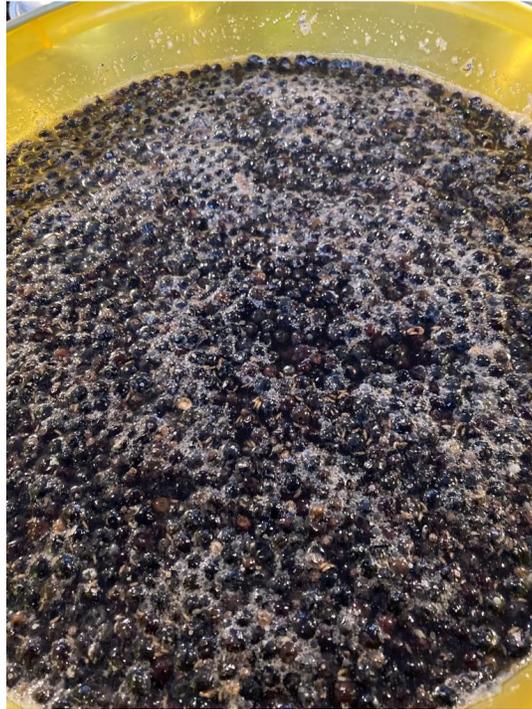


Figura 4. Proceso de limpieza de las uvas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth' para elaborar una bebida alcohólica.

Una vez escurrida la fruta, se empleó un extractor de jugos centrífugo para sacar jugo, separación de la semilla y cáscara, con ello se obtuvo el mosto. Esta actividad se realizó con el cuidado de no romper las semillas (Figura 5). El jugo obtenido se vació en botellas de cuatro litros, previamente esterilizadas en baño maría por 20 minutos, el air lock fue desinfectar con alcohol al 96 % (Figura 6).



Figura 5. Semillas y restos de cáscara de uva (descarte) (*Vitis cinerea*) resultado de la extracción de jugo.



Figura 6. Desinfección del air lock con alcohol al 96 %.

Una vez que se tuvo el mosto en las botellas, se agregó el inoculo de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (SafAle T-58; Fermentis®, Francia) (Figura 7), la botella se cerró con una tapa de fermentación (air lock) y se dejó fermentar, en un espacio seco y obscuro a temperatura 7 y 12 °C.



Figura 7. Empaque de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* empleada para elaborar una bebida alcohólica de uvas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth'.

Durante el proceso de fermentación, el cual se llevó a cabo en un lugar obscuro y a temperatura entre 7 y 12 °C, se observaron burbujas en la tapa de fermentación (Figuras 8, 9 y 10), las cuales serían provocadas por la generación de CO₂. Una vez que ya no se observó la formación de burbujas, se supo que la fermentación alcohólica había terminado.



Figura 8. Inicio de la fermentación del mosto obtenido de uvas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth'.



Figura 9. Fermentación activa del mosto obtenido de uvas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth', dicho proceso ocurrió en un lugar oscuro, la muestra se llevó a luz solo para tomar la imagen.



Figura 10. Termino de la fermentación del mosto obtenido de uvas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth', el indicativo del fin del proceso fue la no generación de CO₂.

El producto obtenido, bebida alcohólica, se colocó en una botella mediante un trasiego, y se mantuvo en refrigeración por dos semanas (Figura 11). Pasado ese periodo, se realizó nuevamente un trasiego colocando la bebida en botellas de vidrio para su degustación y análisis (Figura 12).



Figura 11. Estado de la bebida después de dos semanas en refrigeración, a 4 °C; se observa el sedimento del mosto.



Figura 12. Estado de la bebida obtenida de uvas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth' después de dos semanas en refrigeración, a 4 °C; se observa el sedimento del mosto.

5.3. CARACTERIZACIÓN DE LA BEBIDA

A la bebida alcohólica se le determino su densidad al dividir el peso de 50 ml entre 50; la medición de volumen se hizo en un matraz aforado. La determinación del contenido de compuestos fenólicos se realizó con el método de Folin Ciocalteau, realizando la lectura final en un espectrofotómetro UV (Genesys) (Franco-Mora *et al.*, 2024). La curva estandarizada se muestra en la figura 13, el estándar empleado fue ácido tánico; por lo que los resultados se reportan en miligramos de equivalentes de ácido tánico (EAT) por litro (L) de bebida.

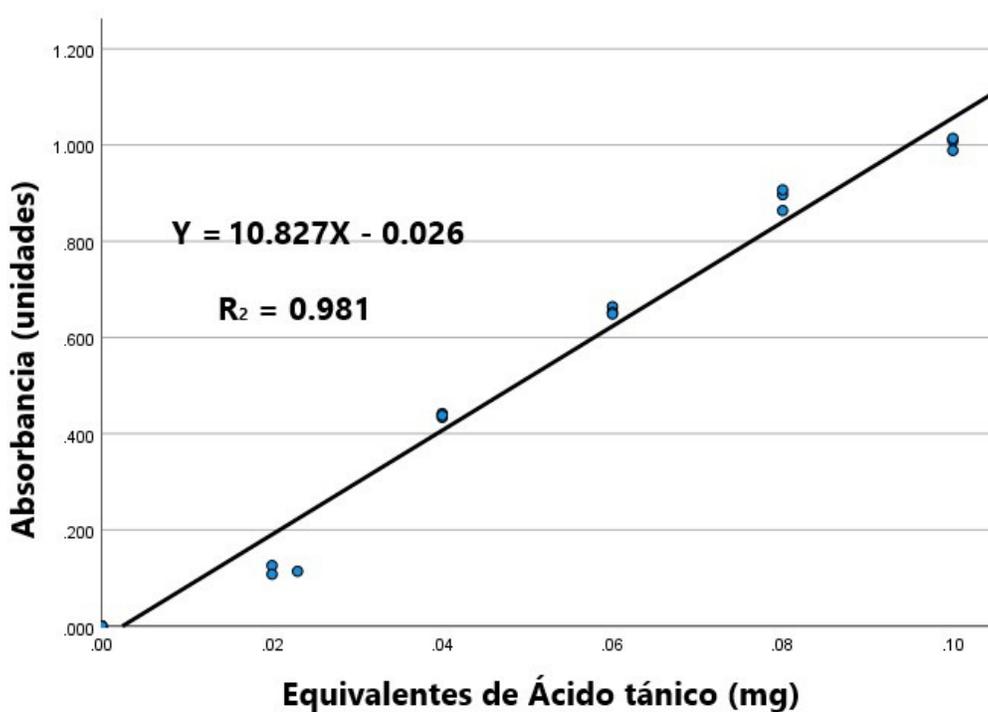


Figura 13. Curva estándar para la determinación del contenido de compuestos fenólicos en una bebida alcohólica obtenida de uvas de *Vitis cinerea* 'Queen Elizabeth'.

El contenido de alcohol se determinó con un refractómetro digital de alcohol (Atago) y debido a que se requiere estandarizar la prueba, en este trabajo se reporta el porcentaje de alcohol con relación al encontrado en un vino comercial. Con un refractómetro digital de sólidos solubles totales y acidez titulable (Atago) se determinó el contenido de dichos compuestos. Mientras que con un potenciómetro (Atago) se determinó el pH del líquido (Franco-Mora *et al.*, 2024).

Como comparativo, las mismas pruebas se realizaron a un vino comercial (XA de la casa Pedro Domeq ®), un vino artesanal de *V. cinerea* y *V. mustangensis* elaborado en la cosecha 2022 y un licor de vid comercial con 10 años de almacenamiento. No se realizó ninguna comparación estadística ya que los datos son exclusivamente descriptivos.

Vino tinto XA procede de la Bodega Casa Pedro Domecq, está elaborado con uva tinta Cabernet Sauvignon procedente del Valle de Guadalupe, Baja California, México. Es de color rubí, con aromas a frutos rojos como moras, cerezas y ciruela pasa, mezclados con vainilla y chocolate amargo, tiene gran sabor. Es ideal para tomar solo o para maridar con carnes asadas, quesos suaves, tacos y pizza. Presenta 13 % de alcohol (Pedro Domeq, 2024).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS

6.1.1. Compuestos fenólicos

El contenido de compuestos fenólicos del vino artesanal de *V. cinerea* fue 20 mg/L menor al determinado en el vino comercial; ambas bebidas superaron con 100 y 200 mg EAT/L al licor de uva silvestre y al vino artesanal cosecha 2022, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Contenido de compuestos fenólicos en una bebida alcohólica elaborada en 2023 artesanalmente con bayas de *Vitis cinerea*.

Bebida	Contenido de compuestos fenólicos totales (mg/L)
Vino artesanal de <i>Vitis cinerea</i> elaborado en 2023	503.4
Vino artesanal de <i>Vitis cinerea</i> y <i>Vitis mustangensis</i> elaborado en 2022 y almacenado en botella de vidrio 1 año	237.1
Vino XA (Pedro Domec ®)	519.0
Licor de vid silvestre elaborado en 2013 y almacenado en botella de vidrio 10 años	396.9

Los valores de la presente investigación son menores en comparación con los reportados por Salazar *et al.* (2011), en 8 vinos peruanos, dichos autores mencionan el rango de 2374.25 a 3610.43 mg de compuestos fenólicos por litro de vino. En dicho estudio peruano, los flavonoides fueron los compuestos fenólicos más abundantes, representando prácticamente 80 % de los compuestos fenólicos presentes; en 6 de los 8 vinos, se encontró la presencia de resveratrol, éste último compuesto determinado por medio de HPLC.

Por otro lado, en vinos de Pinot Noir se reportan 1220 mg de compuestos fenólicos por litro de vino; contenido que puede aumentarse hasta 3 veces con la adición de harina de cáscara de uva (Piquot *et al.*, 2023). Mientras que en vinos tintos elaborados con uva Marquette se reportaron 2000 mg de compuestos fenólicos por litro de vino (Cheng y Watrelot, 2022); los vinos de las cosechas 2012 y 2013 de uva Teran presentaron de 1300 a 1900 mg de compuestos fenólicos por litro de vino (Bubola *et al.*, 2022).

En vinos elaborados con Cabernet Sauvignon se reportó que durante el almacenamiento de la bebida por los primeros 12 meses se incrementó el contenido de compuestos fenólicos, pero, posteriormente disminuyó dicho contenido, lo cual se explicó por la oxidación y polimerización de los fenoles libres entre ellos o con las antocianinas libres (Gecer *et al.*, 2022).

La diferencia en valores de un laboratorio a otro se debe a diversos factores, entre ellos la calidad de los reactivos, el estado de los equipos de lectura y la habilidad de los laboratoristas; sin embargo, la comparación con el vino comercial indica el valor interesante del contenido de compuestos fenólicos en la bebida de *Vitis cinerea*. En la literatura científica, existe consistencia de resultados en diversos estudios relacionando el contenido de compuestos fenólicos en vinos tintos y blancos con su capacidad antioxidante (Clarke *et al.*, 2022). Por lo tanto, esta propiedad de la bebida artesanal elaborada en este trabajo se compara al vino comercial analizado.

Las semillas de la uva son fuente importante de los compuestos fenólicos presentes en el vino (Buican *et al.*, 2023), por lo que, a reserva de realizarse mayores estudios, es posible que la cantidad de compuestos fenólicos determinados en la bebida alcohólica de *V. cinerea* sea positivamente influenciada por que las semillas de *Vitis cinerea* de la accesión empleada en este trabajo corresponden al 25 % del peso del fruto (Franco-Mora *et al.*,

2012). Esta particularidad es importante ya que actualmente a nivel mundial existe interés en la elaboración de vinos artesanales por sus implicaciones en la sostenibilidad y preservación (Buican *et al.*, 2023). Será importante trabajar diferentes métodos que permitan el mayor contacto de las semillas con el mosto para observar la influencia en el contenido de compuestos fenólicos.

6.1.2. Contenido de alcohol

De acuerdo con el refractómetro del alcohol, el vino de *V. cinerea* 2023 presenta la tercera parte de alcohol que el vino XA (Tabla 2); lo cual equivale aproximadamente a 4.5 % de alcohol. En tal sentido, para las definiciones de la OIV (2022) y el Gobierno de México (2017), la bebida obtenida en este trabajo no puede denominarse vino, el nombre correcto para este producto es bebida a base de producto vitivinícola, ya que su contenido de alcohol se encuentra entre 1.2 y 14.5 % de alcohol (OIV, 2016; Franco-Mora *et al.*, 2024).

Actualmente, existe preocupación en los efectos que el cambio climático, evento que ya se observa, puede generar en la calidad de los vinos, entre ellos el aumento del contenido de alcohol. Por tal motivo, una de las técnicas actuales de la viticultura para reducir el contenido del alcohol en el vino a consumir, es la mezcla de vinos con alto contenido de alcohol con vinos de baja graduación alcohólica (Martínez-Moreno *et al.*, 2023). Así, el contenido de alcohol de la debida de *V. cinerea* permite considerar viable su uso en una mezcla con vinos de *V. vinifera*. Así, la elaboración de vinos con uvas de bajo contenido de azúcar, y por tanto baja producción de alcohol, puede sumarse a las alternativas para reducir el contenido de alcohol en vinos comerciales.

Tabla 2. Características bioquímicas de la bebida alcohólica obtenida a partir de uvas de *Vitis cinerea*.

Bebida	Concentración alcohol (% en relación a XA)	pH	Acidez (%)	SST (°Bx)
Vino artesanal <i>V. cinerea</i> 2023	33.0	2.8	2.8	2.6
Vino artesanal de <i>V. cinerea</i> y <i>V. mustangensis</i> 2022	27.5	3.5	0.8	1.3
Vino XA (Pedro Domec ®)	NA	3.2	3.7	7.4
Licor de vid silvestre 2013	Sin dato	4.0	0.2	52.0

Si bien, el consumo de alcohol tiene efectos negativos colaterales, en el caso del vino y de derivados de la vid, se considera tienen efectos positivos en la salud humana. En análisis de laboratorio, se encontró que el efecto cardioprotector y la capacidad antioxidante de vino con contenido de alcohol reducido no fue diferente al del vino con el contenido de alcohol establecido en la norma (Lamont *et al.* 2012).

6.1.3. Acidez titulable y pH

El pH de la bebida a base de *V. cinerea* fue 0.4 unidades de pH más ácido que el vino comercial; cuya explicación debe estar muy relacionada con la acidez de las uvas de esta especie. La acidez de las uvas de *V. cinerea* no ha sido reportada en la literatura científica, y en este trabajo no se determinó; sin embargo, el consumo que se ha hecho del fruto permite indicar este hecho.

Sin embargo, la acidez titulable del vino XA fue 0.9 % más alta que en la bebida de *V. cinerea* (Tabla 2). La diferencia entre pH, menor en la bebida de *V. cinerea*, y acidez titulable, mayor en vino XA, debe estar relacionada con la composición de los ácidos

orgánicos que cada bebida presenta, así como en los ácidos que cada prueba contempla (Wu *et al.*, 2023). En vinos de Corea del Sur, la acidez titulable se encontró entre 0.4 a 0.6 % (Choi *et al.*, 2023).

Por otro lado, el pH de vinos blancos de distintos clones de uva 'Ceruja' presentaron valores de 2.9 a 2.7 (Susaj y Susaj, 2023); mientras que vinos tintos de España presentaron pH de 2.98 a 2.85 (Martínez-Moreno *et al.*, 2023). Por su parte Rajković y Sredović (2009) determinaron que en cinco vinos balcánicos de venta masiva el pH fue de 3.1 a 3.4. Datos de Choi *et al.* (2023) indican que, en vinos producidos en Corea del Sur, el pH se ubicó entre 3.75 y 4.57. Así, esta característica de la bebida de *V. cinerea* se considera dentro de los parámetros de vino comercial.

6.1.4. Sólidos solubles totales

En mostos y vinos sin fermentar la mayor parte, 90 %, de los sólidos solubles totales que determina el refractómetro son azúcares; principalmente fructosa y glucosa (Bauer *et al.*, 2008), y ambas se relacionan con la dulzura del vino (Blesic *et al.*, 2021). La dulzura del vino esta completada con los contenidos de glicerol y etanol; y de los de aminoácidos dulces, entre ellos metionina, alanina y serina, que se encuentran en las bayas de vid, y prolina, glicina y lisina, que se forman durante la fermentación (Blesic *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2023).

En este trabajo, el contenido de SST del vino comercial fue tres veces mayor que el vino de *V. cinerea* (Tabla 2). Lo cual puede relacionarse al bajo contenido de SST que presentan las bayas de *V. cinerea*, el cual ha sido reportado entre 15.7 a 18.5 °Bx (Franco-Mora *et al.*, 2012).

6.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

6.2.1. Densidad

La densidad de la bebida de *Vitis cinerea* fue de 0.96 mg/mL; mientras que del vino XA fue de 0.98 mg/mL. El vino de la mezcla de mostos de *V. cinerea* y *V. mustangensis*, cosecha 2022, fue de 1.0 mg/mL, y el del licor de uva silvestre fue de 1.18 mg/mL. Así, la densidad del vino artesanal de *V. cinerea* fue muy similar a la del vino de la casa Domeq, lo cual indica que esta característica tiene buena evaluación para la bebida artesanal. Se observó en este comparativo, que el licor presentó mayor densidad, posiblemente por el azúcar añadido en el jarabe (Alexandra *et al.*, 2022).

VII. CONCLUSIONES

La fermentación de vides de *Vitis cinera* con la adición de una cepa de *Saccharomyces cerevisiae* generó una bebida alcohólica de aproximadamente 4.5 % de contenido de alcohol, por lo que de acuerdo con la Organización Internacional del Vino no puede catalogarse como vino. Sin embargo, presenta cualidades que lo hacen de uso potencial para beberse solo, o ser parte de una mezcla con otros vinos, teniendo como primera intención reducir el contenido de alcohol.

Entre las cualidades similares a los vinos comerciales se encuentra, densidad, pH y acidez titulable. Por ello, se considera adecuado continuar con los estudios de las bayas de esta especie para la elaboración de bebidas alcohólicas o como aditivos en las mismas.

VIII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- Alexandra, E., K. Desponia, B. Evangelous, T. Panagiotis, C. Archontoula, S. Fadi, S. Adnan. 2022. Correlation of wine`s main component`s concentration with the density of model aqueous solutions and wine samples. *Journal of Food Engineering and Technology*. 11(1): 36-43.
- Apolonio-Rodríguez, I., O Franco-Mora, M. L. Salgado-Syclan & J. G. Aquino-Martínez. 2023. Extracts of leaves of wild grapevine (*Vitis* spp.) delay postharvest decay in strawberry fruit. *Acta Agrícola y Pecuaria*. 9: e0091005.
- Bauer, R., H. Nieuwoudt, F. RF. Bauer, J. Kossmann, K. R. Koch & K. H. Esbensen. 2008. FTIR spectroscopy for grape and wine analysis. *Analytical Chemistry*. 80(5): 1371-1379.
- Blesic, M., E. Karšić, N. Spaho & M. Smajić-Murtić. 2021. Influence of sugar and acid concentrations to sweetness threshold of still white wines. *Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo*. 65(70): 165-178.
- Bubola, M., P. Sivilotti, S. Rossi, E. Bestulić, T. Plavša & S. Radeka. 2022. Impact of canopy management on phenolic composition and sensory profile of cv. Teran wine. *BIO web of conferences*. 44: 02001.
- Buican, B-C., L. C. Colibaba, C. E. Luchian, S. Kallithraka & V. V. Cotea. 2023. “Orange” wine-The resurgence of an ancient winemaking technique: A review. *Agriculture*. 13: 1750.
- Cheng, Y. & A. A. Watrelot. 2022. Effects of Saignée and Bentonite treatment on phenolic compounds of Marquette red wines. *Molecules*. 27: 3482.

- Chidi, B. S., F. F. Bauer & D. Rossouw. 2018. Organic acid metabolism and the impact of fermentation practices on wine acidity: A review. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 39(2): DOI:<http://dx.doi.org/10.21548/39-2-3164>
- Choi, J. S., S. J. Park, Y. Y. Hur, D. H. Lee, S. J. Kim & D. Im. 2023. Red wine quality of new Korean grape cultivar, Ageude. *Korean Journal of Food Preservation*. 30(5): 847-856.
- Clarke, S., G. Bosman, W Toit & J. L. Alexandre-Tudo. 2022. White wine phenolics: current methods of analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. DOI 10.1002/jsfa.12120
- CONAFRUT. 1973. Localización y dispersión de vides nativas de México y su aportación a la viticultura mundial. Programa Nacional Vitícola. Comisión Nacional de Fruticultura. Cd. México. 62 p.
- Cruz, C. J. G., J. A. Ortiz P., A. Roque P., O. Franco M., J. Madero T., P. Cirigiliano & J. Murguia. 2006. Las uvas (*Vitis*) silvestres, distribución y usos en la región central de Veracruz. *Aquí Centros Regionales*. 48: 3-6.
- Cruz-Castillo, J. G., O. Franco-Mora & F. Famiani. 2009. Presence and uses of wild grapevines in Central Veracruz, Mexico. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 43: 77-81.
- Consejo Mexicano Vitivinícola. 2023. El vino mexicano en números. <https://uvayvino.org.mx/2020/11/30/el-vino-mexicano-en-numeros/>
- Franco-Mora O. & J. G. Cruz-Castillo. 2012. La vid silvestre en México. Actualidades y potencial. Universidad Autónoma del Estado de México y Altres-Costa-Amic. Puebla, México. 134 p.

- Franco, M. O. & S. Sánchez N. 2023. Breve comparativo de producción de maíz en México y arroz en Japón. *Enfoque Rural*. 1: 36-42.
- Franco-Mora, O., E. J. Morales-Rosales, A. González-Huerta & J. G. Cruz-Castillo. 2008. Vegetative characterization of wild grapevines (*Vitis* spp.) native to Puebla, Mexico. *HortScience*. 43: 1991-1995.
- Franco-Mora O., S. Aguirre-Ortega, A. González-Huerta, A. Castañeda-Vildózola, E. J. Morales-Rosales & D. J. Pérez-López. 2012. Characterization of *Vitis cinerea* Engelm. ex Millardet fruits from the southern region of the State of Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 59: 1899-1906.
- Franco-Mora, O., F. J. Sandoval-Figueroa, J. Salomon-Castaño, J. R. Sánchez-Pale, & A. Castañeda-Vildózola. 2024. Alcoholic and non-alcoholic beverages. An alternative to conserve wild grapevine in Central Mexico. *Acta Horticulturae*. (Aceptado).
- Galindo-Tovar, M. E., M. R. Dávila-Lezama, A. Galicia-Sánchez, E. Olivares-Blanco, D. Guerra-Ramírez, N. Aguilar-Rivera, G. Hernández-Rodríguez, F. Famiani, & J. G. Cruz-Castillo. 2019. Artisanal alcoholic beverages made with *Vitis tiliifolia* grape in Mexico. *Revista Chapingo Serier Horticultura*. 25: 169-183.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen UNAM. México.
- Garzón, L. C. D. 2023. Enóloga asistente durante la temporada de vendimia 2023, viña biodinámica Koyle, San Fernando, Chile. Memoria de Experiencia Laboral. Facultad de Ciencias Agrícolas. UAEM. Toluca, México.

- Gecer, E. N., N. Vural & R. E. Anli. 2022. Antioxidant activity and phenolics components of Cabernet Sauvignon red wines at different storage conditions. *Journal of the Institute of Science and Technology*. 12(3): 1558-1568.
- Gobierno de México. 2017. NOM-199-2017. Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. DOF: 30/10/2017.
- González, U. P. 2018. Graduación alcohólica del vino. Legislación comparada Chile, Argentina, Unión Europea, y Estados Unidos de Norte América. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 117.617.
- Huerta-Acosta K. G., S. Riaz, O. Franco-Mora, J. G. Cruz-Castillo & M. A. Walker. 2022. The genetic diversity of wild grapes in Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 69: 1329-1347.
- Jeong-Hoon, J., SH. Yi, JH. Kim, DH, Lee & JS. Lee. 2011. Effects of *Vitis coignetiae* on the quality and the antihypertension of *Vitis hybrid* red wine. *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology*. 39: 126-132.
- Ju, Y., L. Yang, X. Yue, Y. Li, R. He, S. Deng, X. Yang & Y. Fang. 2021. Anthocyanin profiles and color properties of red wines made from *Vitis davidii* and *Vitis vinifera* grapes. *Food Safe & Human Wellness*. 10: 335-344.
- Karabulut, B., H. Celik, Y. Uray, B. Kose & K. Bayram. 2023. The characteristics of the fox grape (*Vitis labrusca* L.) and its place in the viticulture of the Black Sea region. V Balkan Agricultural Congress. September. Edirne, Turkey.
- Kurtanjek, Ž. 2023. Wine quality analysis by the structural causal model (SCM). *Croatian Journal of Food Science and Technology*. 15:2.

- Lamont, K., D. Blackhurst, Z. Albertyn, D. Marais, S. Lecour. 2012. Lowering the alcohol content of red wine does not alter its cardioprotective properties. *South African Medical Journal*. 12(6): 565-567.
- Li, P., Y. Jia, D. Cai, X. Wang, J. Liu, R. Zhu, Z. Wang, Y. He & L. Wen. 2023. Study on the relationship between flavor components and quality of ice wine during freezing and brewing 'Beibinghong' grapes. *Food Chemistry*: X. 20: 101016.
- Martínez-Mendoza, A. A., O. Franco-Mora, J. R. Sánchez-Pale, J. R. Rodríguez-Núñez & A. Castañeda-Vildózola. 2020. Evaluación de recubrimientos comestibles a base de pectina de tejocote (*Crataegus mexicana* DC., Rosaceae) en la postcosecha de tihuiocote (*Ximenia americana* L., Rosaceae). *Acta Agrícola y Pecuaria* 6: E0061004.
- Martínez-Moreno, A., P. Martínez-Pérez, A. B. Bautista-Ortín & E. Gómez-Plata. 2023. Use of unripe grape as a tool for reducing alcohol content and improving the quality and oenological characteristics of red wine. *OENO One*. 57(1): 109-119.
- Martínez-Pérez, M. P., A. B. Bautista-Ortín, P. Pérez-Porras, R. Jurado & E. Gómez-Plata. 2020. A new approach to the reduction of alcohol in red wines: The use of high-powder ultrasounds. *Foods*. 9: 276.
- Morata, A., C. Escott, M. A. Bañuelos, I. Loira, J. M. del Fresno, C. González & J. Suárez-Lepe. 2020. Contribution of non *Saccharomyces* yeasts to wine freshness. A review. *Biomolecules*, 10(1): 34. doi: 10.3390/biom10010034
- Murphey, E. V. A. 1990. Indian uses of native plants. Meye Books. Gleenwood, USA. 81 p.

- Neto, F. S. P. P., M. B. M. Castilhos, V. R. N. Telis & J. Telis-Romero. 2015. Effect of ethanol, dry extract and reducing sugars on density and viscosity of Brazilian red wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 95(7): 1421-1427.
- OIV. 2016. Código internacional de prácticas agrícolas. Organización Internacional del Vino. Ed. 2016. 328 p. <https://www.oiv.int/public/medias/4902/code-2016-es.pdf>
- OIV. 2022. Norma Internacional para la etiquetación de Vinos. Organización Internacional del Vino. 12 p <https://www.oiv.int/public/medias/8176/es-norma-internacional-para-el-etiquetado-de-los-vinos-oiv-2.pdf>
- OIV. 2023. Actualidad de la coyuntura del sector vinícola mundial en 2022. Organización Internacional del Vino. 19 p https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_Actualidad_de_la_coyuntura_del_sector_vitivinicola_mundial_en_2022_0.pdf
- Parihar, S. & D. Sharma. 2021. A brief overview on *Vitis vinifera*. *Scholar Academic Journal of Pharmacy*. 10(12): 231-239.
- Pedro Domeq. 2024. Vino XA. <https://shop.pedrodomecq.com/xa-cabernet-xa/MX0007422003.html>
- Piquot, A., P. M. Wimalasiri, & B. Tian. 2023. Managing extraction of color, phenolics and aromas in Pinot Noir wine production: Alternative use of grape marc. *BIO web of conferences*. 68:02033.
- Rajković, M. B. & I. D. Sredović. 2009. The determination of titratable acidity and total tannins in red wine. *Journal of Agricultural Sciences*. 54(3): 223-246.
- Reyes, M. C. 2022. El mercado del vino en México. ICEX, España exportación e Inversiones. 70 p. <https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/077/documentos/2022/06/documentos-anexos/DOC2022911658.pdf>

- Rosas-Leyva, M. A., I. Sánchez-Anastacio, J. Díaz-José, J. C. Rojas-Martínez & F. J. Mejía-Ochoa. 2023. Tecnología enológica en ambientes controlados como propuesta para elaborar vino a partir de uva silvestre *Vitis tiliifolia*. ESI Pre-prints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.8.2023.p125>
- Sabás-Chavez, C. C., O. Franco-Mora, M. Rubí-Arriaga, J. R. Sánchez-Pale & A. Castañeda-Vildózola. 2016. Tamaño y dulzor del fruto de ocho accesiones de *Vitis* spp. en tres años continuos. *Nova Scientia*. 8: 233-248.
- Sabas-Chavez, C. C., O. Franco-Mora, A. Castañeda-Vildózola, J. R. Sánchez-Pale & J. G. Cruz-Castillo. 2018. An approach to the model for conservation of Central Mexico native grapevines. *Natural Resources Conservation and Research*. 1(4): 1-10.
- SAGARPA. 2017. Uva mexicana. Plan Nacional Agrícola 2017-2030. Gobierno de México. Cd. México. 11 p. <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/planeacion-agricola-nacional-2017-2030-126813>
- Salazar, R., G. Espinoza, C. Ruiz, M. F. Fernández & R. Rojas. 2011. Compuestos fenólicos, actividad antioxidante, contenido de resveratrol y componentes del aroma de 8 vinos peruanos. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 77(2): 135-143.
- Santander, L. 2023. Baja California. Wikivinos. <https://www.wikivinos.com/librar>
- Sharma, A. K., R. G. Somkuwar & R. R. Samarth. 2021. Grape varieties for winemaking. In: V. K. Joshi and R. C. Ray (Eds.) *Winemaking. Basics and Applied Aspects*. CRC Press. Boca Raton. pp. 101-120.
- Shiraishi, M., H. Fukushima, H. Chijiwa. 2010. Evaluation of table grape genetic resources for sugar, organic acid and amino acid composition of berries. *Euphytica*. 174: 1-13.

- SIAP. 2018. Atlas agroalimentario 2012-2018. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cd. México. 215 p.
- SIAP. 2023. Producción de uva en México 2022. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Folleto en internet. 11 p. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/771603/Produccion_Uva_en_Mexico.pdf
- Sistema Meteorológico Nacional. 2024. Normales climatológicas de la estación Zumpahuacan. https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Normales_Climatologicas/Normales9120/mex/nor9120_15366.TXT
- Song, J., A. Zhang, S. Cheng, X. Li, Y. Zhang, L. Luan, H. Qu, S. Ruan & J. Li. 2022. Co-winemaking with *Vitis amurensis* Rupr. “Beibinghong” enhances the quality of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Gernischt wine. Journal of Food Science. 87: 4854-4867.
- Statista. 2023. Ranking mundial de los principales países productores de vino en 2022. <https://es.statista.com/estadisticas/511879/produccion-del-vino-en-el-mundo-por-pais/>
- Susaj, E. & L. Susaj. 2023. Productivity and oenological characteristics of nine clones of ‘Ceruja’ white wine grapevine variety in Lis, Mat, at North-Eastern part of Albania. 19(7): 1825-1834.
- Tatersall, K. G. & K. Grangier. 2005. Producción de vino. Desde la vid hasta la botella. Acribia. Zaragoza, España. 186 p.
- Tobar, R. J. R., O. Franco M., J. G. Cruz C., E. Castañeda H., G. Alejandro I., S. Rivas A., J. Loera C., C. Jacques H. y A. Salazar B. 2015. Vid silvestre (*Vitis* spp.) recurso fitogenético con usos potenciales interesantes. En. Cordoba T. L. et al. (Compiladores). Resultados en conservación, uso y aprovechamiento sustentable de

- recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. ANIDTA. Cd. México, México. pp. 257-260
- Tobar, R. J. R., O. Franco M., J. M. Barrios D., M. Huerta L., E. Joaquín M., P. Zaldivar M. & F. Enríquez G. 2007. Conservación de vides (*Vitis* spp.) silvestres de Puebla y estudio de metabolitos secundarios. En: J. F. López-Olguín, A. Aragón G., A. M. Tapia R. (Eds.) Avances en agroecología y ambiente Vol. 1. CP-BUAP. Puebla, México. pp. 213-226.
- Torres-Rochera, B., E. Manjón, M. T. Escribano-Bailón & I. García-Estévez. 2023. Role of anthocyanins in the interaction between salivary mucins and wine astringent compounds. *Foods*. 12: 3623.
- Vicente, J., Y. Barah, E. Navascués, A. Santos, F. Calderón, D. Marquina, D. Rauhut & S. Benito. 2022. Biological management of acidity in wine industry: A review. *International Journal of Food Microbiology*. 375: 109726.
- Zecca, G, J. R. Abbot, W. B. Sun, A. Spada, F. Sala, & F. Grassi. 2012. The timing and the mode of evolution of wild grapes (*Vitis*). *Molecular Phylogenetical Evolution*. 66: 736-747.
- Zhang, P., W. Ma, Y. Meng, Y. Zhang, G. Yin & Z. Fang. 2021. Wine phenolic profile altered by yeast: Mechanism and influences. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 1-41.