

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Enología y Gastronomía



Diagnóstico del uso de recurso hídrico en una bodega vinícola en
Valle de Guadalupe, Baja California.

Trabajo terminal para obtener el diploma de:

Especialista en Viticultura y Enología

Presenta:

Marina Coral Tristán Barrios

Director:

M.C. José Luis Rangel Salinas

Ensenada, Baja California, diciembre 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ENOLOGÍA Y GASTRONOMÍA
CARTA DE DICTAMEN DE VOTOS APROBATORIOS PARA
SUSTENTAR EL EXAMEN DE GRADO

Ensenada, B.C., a 14 de diciembre de 2023

Los abajo firmantes miembros del comité proyecto terminal nombrado por el Comité de Estudios de Posgrado de la Facultad de Enología y Gastronomía, en respuesta a su solicitud para revisar el proyecto terminal:

**Diagnóstico del uso de recurso hídrico en una bodega vinícola en Valle de
Guadalupe, Baja California**

Presentado por Marina Coral Tristán Barrios para obtener el grado de Especialidad de Viticultura y Enología, le comunicamos que cumple con los requisitos de contenido y presentación establecida por este Comité, por tanto, el dictamen que emitimos es de:

APROBATORIO

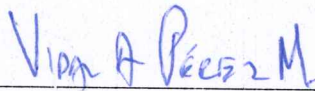
Por lo que puede proceder a la etapa de presentación y defensa del mismo.

Atentamente

Comité de Titulación



M.C. José Luis Rangel Salinas
Director del Proyecto Terminal



M.C. Vidal Antonio Pérez Muñoz
Sinodal



M.P.A. Gricelda López González
Sinodal

Agradecimientos

A mis padres Ana Barrios y Jorge Tristán por su apoyo incondicional a lo largo de este tiempo, por creer en mi y motivarme a cada día ser mejor.

A Juan Carlos Delgado por su comprensión, paciencia, apoyo y motivación para culminar este posgrado.

A mi director M.C.A. José Luis Rangel Salinas por su valiosa asesoría y brindarme consejos enriquecedores durante todas las etapas del proyecto, siempre con amabilidad y la mejor disposición.

A mis compañeros y maestros quienes en conjunto con su experiencia enriquecieron el proceso de aprendizaje y fueron parte fundamental durante mis estudios.

A la maestra Cynthia De Lira García por dar seguimiento al proyecto y ofrecer siempre una retroalimentación de mejora.

También agradezco a la Universidad Autónoma de Baja California y al programa de estudios por brindarme la oportunidad de continuar con mi preparación académica.

Finalmente agradezco a Oscar Delgado Gaona por su apoyo para poder realizar este proyecto de investigación.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
MARCO DE REFERENCIA.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
JUSTIFICACIÓN.....	12
HIPÓTESIS	13
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	14
OBJETIVO PRINCIPAL	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
METODOLOGÍA.....	15
RESULTADOS.....	19
DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXOS.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Localización de área de estudio.	7
Figura 2. Distribución de uso de agua en el acuífero Guadalupe.	8
Figura 3. Agua de lavado utilizada en el proceso de elaboración de vino.	9
Figura 4. Precipitación anual en Valle de Guadalupe, Baja California 2011- 2021.	11
Figura 5. Distribución de medidores	15
Figura 6. Medidores de agua	17
Figura 7. Distribución de agua en el proceso de elaboración de vino destinada a limpieza.	18
Figura 8. Distribución de consumo de anual por área de una bodega vinícola mexicana de mediana producción.	19
Figura 9. Consumo de agua mensual de la bodega durante el 2021-2022.....	20
Tabla 1. Bitácora de consumo de agua mensual.....	26

Resumen

La industria vitivinícola se encuentra vulnerable ante la escasez de agua a nivel mundial, convirtiéndose en una preocupación para el desarrollo de la misma en Valle de Guadalupe, Baja California, donde se produce el 90% del vino mexicano.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo establecer una metodología para cuantificar el consumo de agua en el proceso de vinificación de una bodega vinícola de mediana producción a nivel nacional y así poder identificar el comportamiento de la demanda, el rendimiento por litro de vino producido y áreas de oportunidad para la disminución de consumo hídrico.

Los consumos mensuales durante la evaluación anual indicaron que el 76% es utilizado en la sala de fermentación y el 24% en cava. Además, la mayor demanda de agua se encuentra durante la temporada de vendimia de agosto a noviembre, cuando existe un aumento en la cantidad de lavado de maquinaria y tanques, a pesar del alto consumo durante esta temporada se obtuvo un rendimiento de 1.8 litros de agua por litro de vino producido encontrándose dentro del rango de rendimientos altos junto a otros países potenciales de la industria vitivinícola a nivel mundial.

Palabras clave: agua, eficiencia, bodega vinícola, evaluación.

Introducción

El agua es un recurso fundamental para el desarrollo de la agricultura, industria y salud, y hoy en día este recurso sufre escasez en todo el mundo. La escasez es definida como la como “el punto en el que el consumo de los usuarios afecta al suministro o calidad del agua, de forma que la demanda no puede ser completamente satisfecha” por la *Asociación de la ONU para los Refugiados (ACNUR)* en 2019

Algunas causas que provocan la escasez de agua están relacionadas a la contaminación de aguas dulces, el uso descontrolado del recurso hídrico y sequía debido al cambio climático, esta última genera un aumento de temperaturas y cambios en el comportamiento de las precipitaciones (ACNUR, 2019).

En 2010, Barbara Kingsolver afirmó para National Geographic que el 70% del agua dulce del mundo pertenece a los glaciares y el 30% restante se encuentra en acuíferos que el hombre esta drenando con mayor velocidad que la que se recarga de manera natural. (Kingsolver, B., Raúl, S., Pérez, J., et al., 2010).

Por otro lado, bajo la superficie terrestre existe agua que puede ser extraída mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje, también conocida como agua subterránea (Ordoñez, 2011).

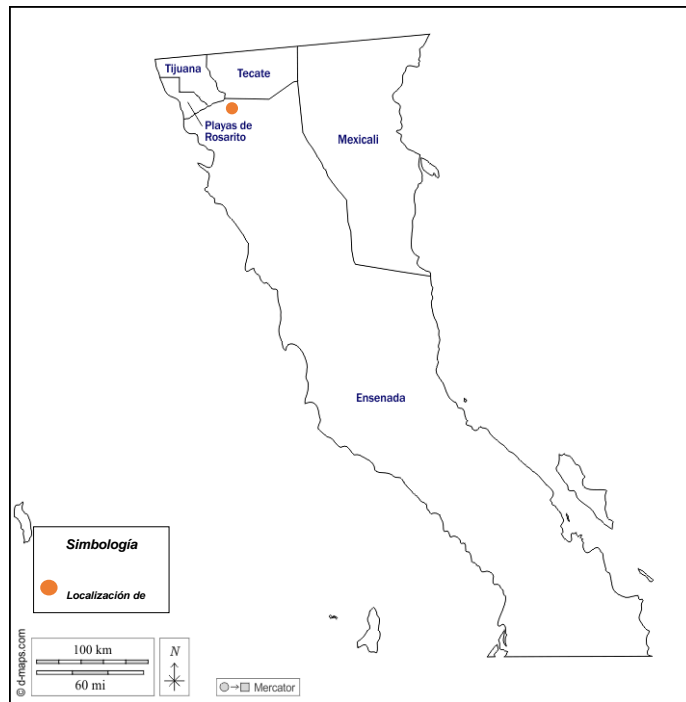
Las aguas subterráneas se han convertido en un recurso fundamental ante las bajas precipitaciones, para abastecer el riego de las zonas agrícolas en América del Norte y el Sur de Asia, cubriendo el 59% y 57% de la agricultura respectivamente. (UNESCO, 2022).

La gestión del agua subterránea, refiere al manejo de este recurso, es una preocupación para la industria vitivinícola y existen prácticas que pueden ayudar a reducir los volúmenes de agua. Sin embargo, el requerimiento del agua para realizar actividades de limpieza es forzoso, principalmente en el periodo pre- cosecha, cuando limpian y preparan los equipos para la cosecha para evitar el crecimiento de microorganismos de tal forma que no existan contaminaciones en el mosto (Conradie, et al, 2014).

Actualmente el abastecimiento de agua en los acuíferos se ha visto afectado por sobre explotación y el cambio climático, por ende, el desarrollo de la industria vitivinícola se encuentra en riesgo debido a la creciente demanda y la escasez de recurso hídrico en la zona (Gaeta, 2006). Aunado a ello, se ha tenido un crecimiento en producción y superficie sembrada con vid (Industrial News Diseño, 2017).

La bodega vinícola de estudio cuenta con una producción mediana para el país y se encuentra ubicada en el Valle de Guadalupe, en el estado de Baja California, México (Figura 1). Localizada 25 km al norte de la ciudad de Ensenada, con coordenadas geográficas de 32°00′ a 32°08′ latitud norte y 116°30′ A 116°42′ de longitud oeste (SEFOA, 2015).

Figura 1. Localización de área de estudio.



Actualmente la bodega de estudio cuenta con propósitos planteados dentro del área operativa en optimizar el recurso hídrico, así como tener una mayor conciencia del cuidado del agua, esto con el fin de poder preservar la disponibilidad del recurso para la empresa.

Marco de referencia

El Valle de Guadalupe es una de las principales zonas vitivinícolas de Baja California y las actividades que se realizan en esta industria son parte fundamental en la economía del estado. Actualmente, la región se encuentra limitada de recurso hídrico, lo cual representa una afectación para el desarrollo de la industria vitivinícola (Ruiz, L. M., & Radillo, S. E. M., 2012).

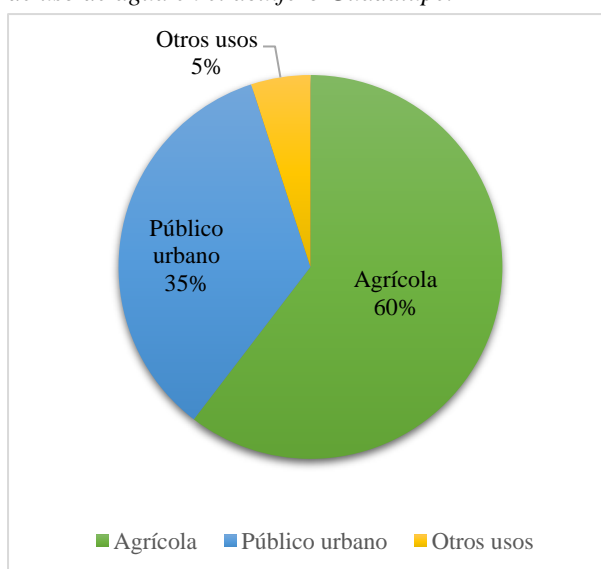
Ante esta situación, se busca implementar prácticas que ayuden a disminuir el consumo hídrico en una bodega vinícola implementando acciones en beneficio del medio ambiente y de la sociedad, de tal forma que se mitigue el impacto a la naturaleza.

La explotación del agua subterránea del acuífero “0207 Guadalupe” es la que actualmente suministra el recurso hídrico al Valle de Guadalupe mediante una red de pozos.

Como se puede observar en la Figura 1, geopolíticamente el acuífero se localiza en su mayor parte en el municipio de Ensenada, sólo una pequeña porción de su extremo norte se ubica en el municipio de Tecate, cuenta con una superficie de 976 km² (CONAGUA, 2020).

El volumen total estimado de extracción es de 21.7 hm³/año, de los cuales 13.1 hm³/año (60.4 %) son utilizados en la agricultura (principalmente para el cultivo de uva que se utiliza en la elaboración de vinos), 7.5 hm³/año (34.6%) para uso público-urbano, y 1.1 hm³/año (5.0%) para otros usos (Figura 2); dentro de la clasificación de otros usos se encuentra el de uso industrial (CONAGUA, 2020).

Figura 2. Distribución de uso de agua en el acuífero Guadalupe.



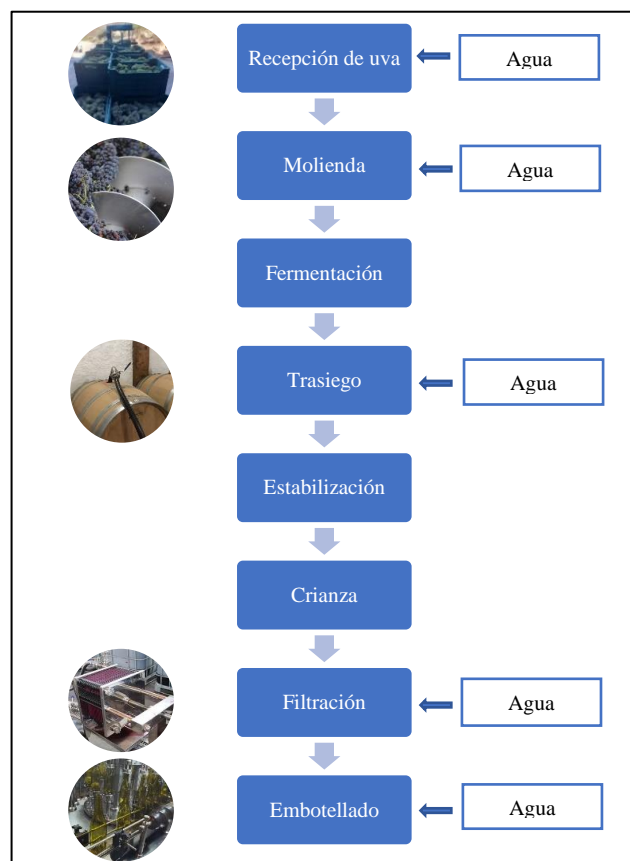
Autoría propia con datos recopilados de CONAGUA, 2020.

El agua que se consume en una bodega vinícola independientemente de la usada en el riego de la vid, es un factor considerable, asociado a las actividades de limpieza de equipos e instrumentos, representando el mayor porcentaje dentro del consumo total de la bodega, principalmente al trasegar vino y en actividades de vendimia (Crowe, 2014).

En 2020 la bodega Babich en Marlborough en Nueva Zelanda comenzó a instalar de medidores de agua para tener un mejor panorama dentro de la bodega, de tal forma que pudieran identificar áreas de mejora para el ahorro del recurso. También afirmaron que las actividades de limpieza de equipos como tanques, tuberías y piso representan la mayor parte de uso de agua dentro de la bodega (Babich wines, 2020).

Durante el proceso de elaboración de vino se hace uso del agua en varias etapas: recepción de uva, molienda, trasiego, filtración y embotellado (Figura 3), siendo la función principal mantener limpio y desinfectada toda la maquinaria, equipos, accesorios e instrumentos que tengan contacto con el mosto y el vino para evitar condiciones que puedan afectarles considerablemente, incluyendo las mangueras donde se transporta el mosto y vino (Gascó, et al., 2013), según la SAyDs en 2019 clasificó esta corriente como “agua de lavado”.

Figura 3. Agua de lavado utilizada en el proceso de elaboración de vino.



Autoría propia con datos recopilados de “Guía para producción sustentable” SAyDs, 2019.

El mayor porcentaje de agua que se consume en bodega es proveniente de la limpieza de los equipos e instrumentos, principalmente de los tanques, después de trasegar vino afirmó el Dr. Block presidente del Departamento de Viticultura y Enología de UC Davis. (Crowe, A., 2014).

El consumo hídrico involucra la producción vino anual y el consumo de agua en cada una de las etapas de producción, se estima de la siguiente forma:

Consumo hídrico (L agua / L vino) = Litros de agua total N / Litros de vino N

Siendo N, la etapa de producción o el total del proceso. (Nuñez, P., Flores, P., Preller, L., 2017).

Planteamiento del problema

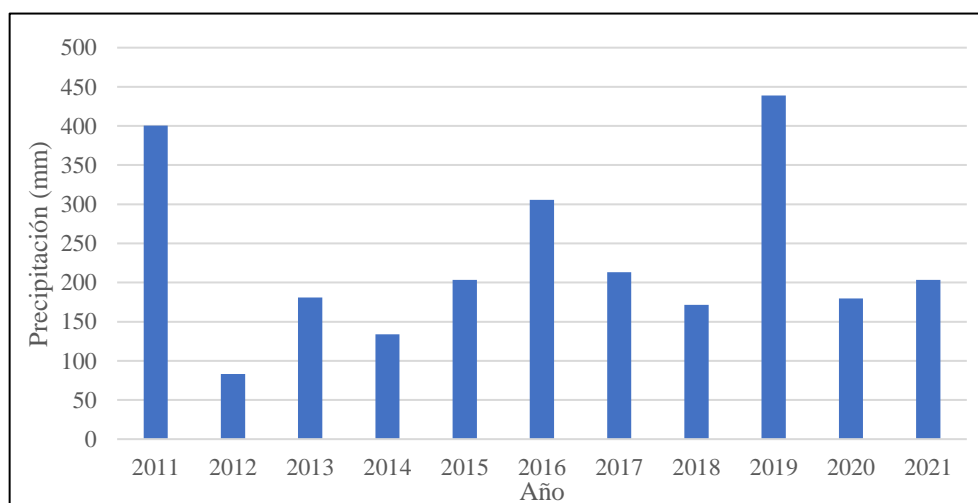
De acuerdo Objetivos de Desarrollo Sostenible que propuesto por las Naciones Unidas de la agenda 2030, el objetivo número seis “Agua limpia y saneamiento” y la meta 6.4 “Aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua” (Organización de las Naciones Unidas, 2015) reconoce la problemática de escasez agua a nivel mundial.

Anualmente la disminución en la disponibilidad de agua es más desafiante, ante esta situación los acuíferos de todo el mundo han presentado afectaciones por la sobre explotación del hombre y en el acuífero de Guadalupe se encuentra sobreconsecionado (Ruiz, L. M., & Radillo, S. E. M., 2012).

Debido a las bajas precipitaciones anuales con las que cuenta el Valle de Guadalupe entre los últimos 10 años como se muestra en la Figura 4, 220 mm ha sido el promedio anual de 2011 a 2021, restringe la recarga del acuífero de Guadalupe. La disponibilidad del recurso hídrico en la zona limita el desarrollo de nuevas plantaciones para el crecimiento de la industria vitivinícola (Buendía, A., & Del Valle, M., 2016).

El acuífero cuenta con una sobre concesión in situ de 12.04 Mm³/año misma situación que impacta directamente en la reducción de volumen de agua disponible para el crecimiento y desarrollo de la vid afectando el desarrollo de la industria vitivinícola en el estado, además de la falta de lluvias durante el año (SEMARNAT, 2013).

Figura 4. Precipitación anual en Valle de Guadalupe, Baja California 2011- 2021.



Autoría propia con datos recopilados de SIMARBC

Justificación

Actualmente en Baja California se produce el 90% del vino nacional y el Valle de Guadalupe representa una de las principales zonas vitivinícolas (Camacho, A., 2016).

El presente proyecto busca generar información de relevancia como eje de análisis a la problemática de escasez de recurso hídrico regional, nacional y mundial para el desarrollo y crecimiento de la industria vitivinícola (Buendía, A., & Del Valle, M., 2016).

Es por ello que al evaluar el uso del recurso hídrico dentro de una bodega vinícola genera el primer historial para una bodega mexicana convirtiéndose en el inicio para el desarrollo de estrategias de reducción de agua, así como de modelos de monitoreo del recurso.

Buscando generar propuestas de mejora para garantizar el uso eficiente del recurso dentro de todas las actividades involucradas en el proceso de producción de vino.

Hipótesis

La medición mensual de consumo de agua identificará dos etapas, la primera durante los meses de julio a noviembre durante la temporada de vendimia con una alta demanda de este recurso y en los meses de baja demanda de diciembre a junio con un menor consumo.

Así como, el mayor porcentaje de consumo de agua utilizado en las operaciones de procesamiento de uva y vinificación.

Es posible que al medir y registrar periódicamente los consumos de agua dentro de las diferentes áreas productivas en la bodega vinícola de estudio se pueda comprender como es el manejo y uso de este recurso, cuáles son las áreas de oportunidad y las recomendaciones para poder efficientizar su uso generando un impacto para la bodega de estudio y la zona vitivinícola de Ensenada.

Preguntas de investigación

¿Cuántos litros de agua se requieren en el proceso de vinificación para producir un litro de vino?

¿Qué proceso tiene una mayor demanda de agua en una vinícola y cuáles son los principales factores de pérdidas que influyen en este?

Objetivo principal

Medir el consumo de agua en el proceso de vinificación de una bodega vinícola con una producción de 100,000 cajas anuales durante un periodo de un año.

Objetivos específicos

- Analizar información de consumo de agua en un año
- Determinar el volumen de agua por litro de vino producido
- Identificar períodos de mayor demanda hídrica

Metodología

Para lograr los objetivos de este trabajo se planteó realizar la instalación de medidores, realizar toma de lecturas mensuales de consumo de agua, así como identificar las actividades involucradas según su ubicación.

Finalmente se procesan y analizan los datos obtenidos para calcular el rendimiento de agua, área y mes de mayor consumo.

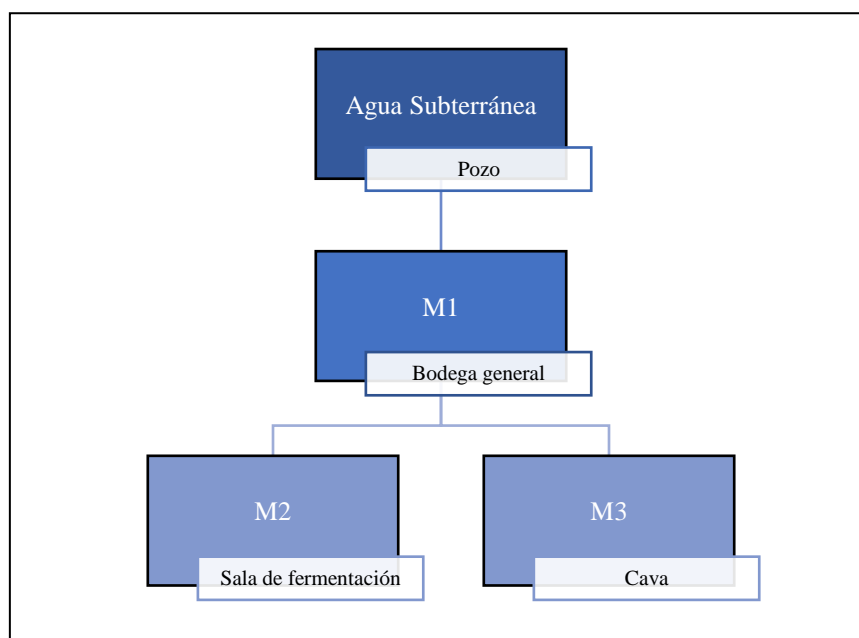
1. Instalación de medidores

Se instalaron tres medidores estratégicamente como se observa en la Figura 5 para identificar el área a evaluar:

- No. 1 - Bodega general (M1)
- No. 2 - Sala de fermentación (M2)
- No. 3 – Embotellado y Cava (M3)

En la Figura 5 se muestra la distribución de la colocación de los medidores, donde el agua subterránea extraída directamente de pozo que ingresa a la bodega vinícola es medida por M1 mismo que suministra a M2 y M3, donde M2 mide el agua destinada a las actividades del área de sala de fermentación y M3 el consumo del área de cava.

Figura 5. *Distribución de medidores*



Autoría propia

2. Lecturas mensuales

- Calendario de toma de lecturas

Se fijaron los primeros días de cada de mes sin tomar en cuenta fines de semana para realizar la toma de lecturas de todos los medidores.

- Registro de lecturas

Se diseño una bitácora digital para registrar las lecturas generadas de los medidores de agua en m³, donde se colocaron las siguientes columnas: mes, fecha, lecturas (m³), consumo y observaciones, este último para registro en caso de que alguna anomalía se presentará. (*Véase Anexos, Tabla 2*)

3. Producción anual

Para conocer la producción anual de vino embotellado durante el periodo evaluación se consultó directamente al enólogo de la vinícola.

4. Rendimiento de agua por producción de vino

De los datos obtenidos sobre la producción anual, cantidad de toneladas de uva cosechada y litros de vino procesado, se evalúa la cantidad de litros de agua utilizada en actividades operativas de la siguiente manera:

$$R = \frac{A_a}{V_a}$$

Donde:

R = Litros de vino procesado / Litros de agua consumidos durante el año

A_a = Litros de agua consumidos durante el año

V_a = Litros de vino procesado durante el año

Obteniendo una relación de litros de agua entre litros de vino procesado, es decir, litros de agua utilizados para producir un litro de vino (Nuñez, P., Flores, P., Preller, L.,2017).

Para poder realizar las lecturas de consumo de hídrico se instalaron medidores de flujo marca ADCCOM y serie MX4, que registran el volumen de agua en m³ con una exactitud ± 2 % (ADCCOM, s.f.).

Estos instrumentos de medición miden el flujo de agua que ingresa directamente a la bodega y que se utiliza en el proceso de vinificación (M1) donde se encuentran la mayor

parte de tanques de fermentación y el área de cava (M2) donde se encuentra la embotelladora y algunos tanques de almacenamiento temporal.

Para conocer los consumos de agua mensuales de las áreas evaluadas se realiza una diferencia de la lectura inicial y final, expresada de la siguiente forma:

$$C = L_f - L_i$$

Donde:

C = Consumo hídrico en m^3

L_f =Lectura final del medidor en m^3

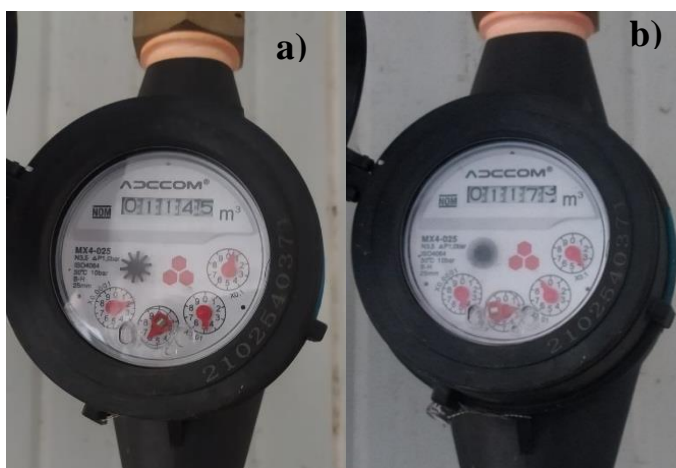
L_i =Lectura inicial del medidor en m^3

Como se muestra en la Figura 6, la L_i es de $1145.05 m^3$ mientras que la L_f $1173.49 m^3$, obteniendo un C de $28.04 m^3$ como se expresa a continuación:

$$C = 1173.49 m^3 - 1145.05 m^3 = 28.04 m^3$$

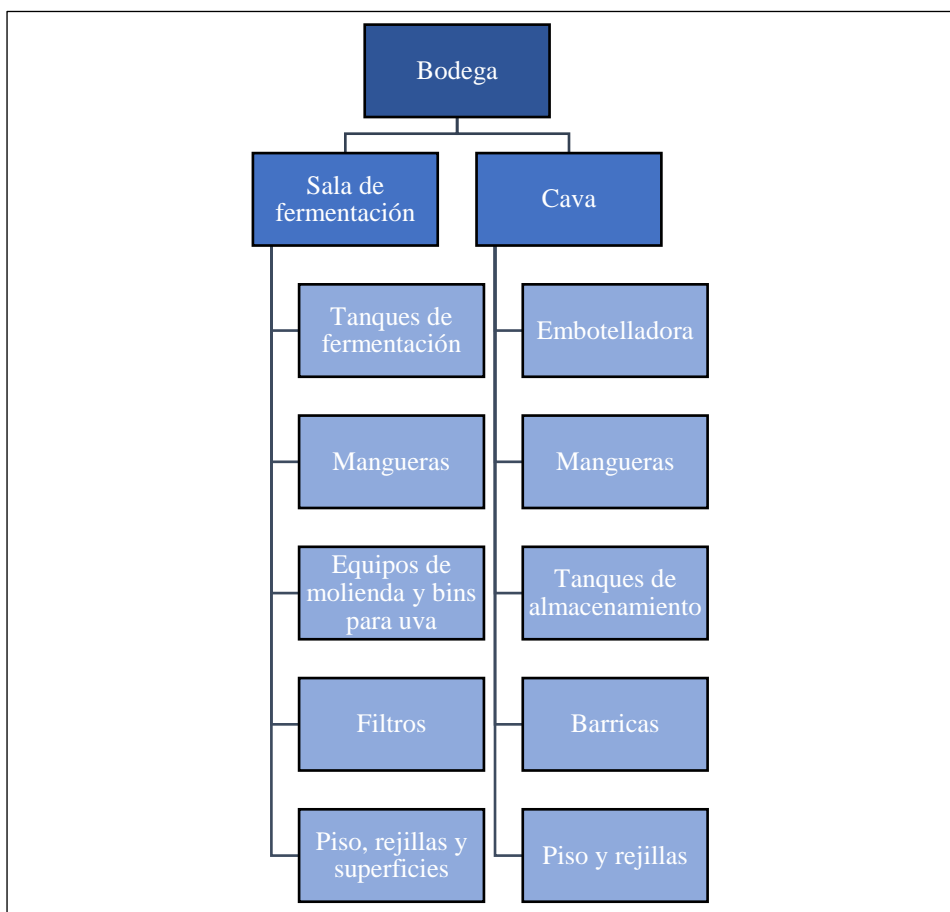
De esta forma dentro de la bitácora digital se configuro esta fórmula para obtener automáticamente el consumo mensual evaluado.

Figura 6. Medidores de agua



Nota: a) Lectura inicial, b) Lectura final

Figura 7. Distribución de agua en el proceso de elaboración de vino destinada a limpieza.



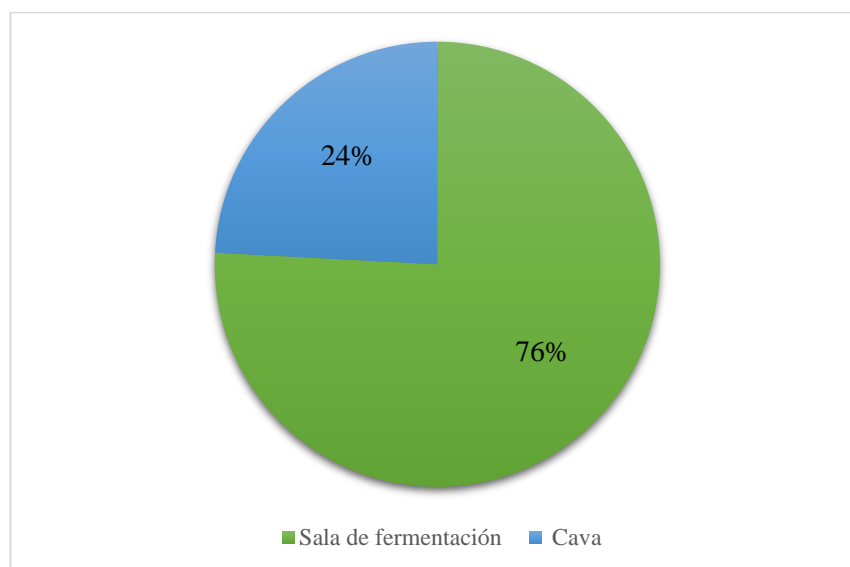
Autoría propia

Durante el proceso de elaboración de vino se realiza un consumo hídrico, mismo que se destina a la sala de fermentación para llevar a cabo el proceso de vinificación, desde recepción de uva y molienda hasta su crianza en tanques de acero inoxidable por otro lado en la cava se realizan los procesos de crianza en barricas, almacenamiento temporal de vino previo a embotellar y el embotellado, involucrando las actividades que se muestran en la Figura 7, todas ellas relacionadas a la limpieza de equipos, instrumentos y materiales.

Resultados

De los datos obtenidos a partir del registro de consumo mensual de agua de una bodega vinícola de mediana producción en Valle de Guadalupe durante el periodo de un año a partir de septiembre 2021 a agosto 2022, se obtuvo que el 76 % del consumo total de agua fue destinado para las actividades en el área de la sala de fermentación y el 24% para la cava. (Figura 8)

Figura 8. Distribución de consumo de anual por área de una bodega vinícola mexicana de mediana producción.

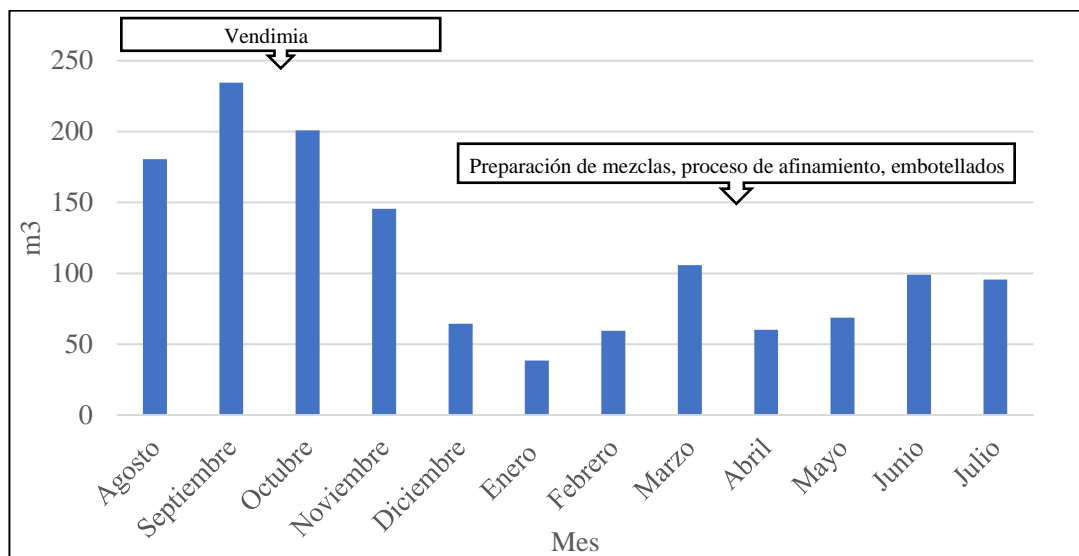


Autoría propia con datos recopilados de registros 2021- 2022

Por otro lado, dentro de los consumos mensuales de agua el mayor consumo se obtuvo en los meses de agosto, septiembre y octubre como se esperaba por ser los meses de temporada de vendimia. (Véase Figura 9)

Sin embargo, durante la temporada baja se observa que el mes de marzo tuvo un consumo alto, esto debido al aumento de producción de vino embotellado involucrando actividades de afinamiento del vino como filtraciones y trasiegos de tanques, así como desbarricar vino, mismas que implican la limpieza continua de tanques y la rigurosa limpieza de las barricas.

Figura 9. Consumo de agua mensual de la bodega durante el periodo 2021-2022.



Se obtuvo un rendimiento de 1.8 litros de agua por litro de vino producido durante la evaluación realizada.

Discusión

De los datos obtenidos de otros países productores de vino, se obtuvo la Tabla 1, donde se puede observar un alto consumo en países como Italia, Estados Unidos y Sudáfrica con 4.5, 5 y 6.4 litros de agua por litro de vino producido.

Los datos generados en este trabajo de investigación se encuentran delimitados en un rectángulo rojo, donde el consumo se encuentra por arriba de Grecia y Portugal, lo que clasifica a México en uno de los tres países con menos consumo de litros de agua por litro de vino producido de esta tabla comparativa.

Tabla 1. Consumo de agua en bodegas vinícolas

País	Región	Consumo litros de agua/ litros de vino	Referencia
Australia	Sur	3.5 *	Chapman et al. (1994, 1995)
Estados Unidos	California	5.0 *	Ryder (1994, 1995)
Francia	Bourgogne	2.2 *	Lemiere et al. (1998)
Grecia	-	1.2	Vlyssides et al. (2004)
Italia	Romagne	4.5 *	Farolfi (1994, 1995)
México	Baja California	1.8	**
Portugal	Douro	1.5	Pirra, 2005
Sudáfrica	-	6.4	Sheridan et al. (2004)

Fuente: Datos recopilados de Matos, C., & Pirra, A. (2020).

**Se calculo la media de la fuente original*

***Resultados propios del presente trabajo de investigación*

SD Sin dato.

Conclusiones y recomendaciones

Se logró medir el consumo hídrico anual (agosto 2021- julio 2022) y calcular el rendimiento de litro de agua por litro de vino producido obteniendo 1.8 L agua /L vino, generando el primer historial para una bodega vinícola en México.

Medir el consumo hídrico dentro de una bodega genera valiosa información para identificar áreas de oportunidad para gestionar y efficientizar el recurso. De acuerdo con los resultados generados las actividades de la sala de fermentación utilizan el 76% del consumo total, siendo los procesos de limpieza de tanques y procesamiento de uva los que liderean el mayor consumo dentro de esta área.

Las áreas de oportunidad para la bodega vinícola de estudio se encuentran principalmente en efficientizar el uso de agua durante el lavado de tanques implementando menores dosis de agua, haciendo uso de agua presurizada y uso de boquillas de aspersion giratorias con amplia cobertura para una limpieza efectiva y de esta forma evitar repetir el proceso de limpieza por equipo deficiente e inadecuado para las capacidades necesarias de la bodega.

Por otro lado, la demanda del recurso hídrico en una bodega vinícola cuenta con dos etapas fijas de agosto a noviembre representa una alta demanda, mientras que de diciembre a julio se considera una demanda baja.

Se recomienda a las empresas vitivinícolas implementar la metodología propuesta de monitoreo de consumo hídrico para conocer su consumo anual y el rendimiento por litro de vino producido. Dando el comienzo a proyectos para efficientizar el recurso hídrico dentro de las operaciones de la bodega.

Para futuros proyectos se sugiere considerar el consumo hídrico destinado al riego del viñedo, de tal forma que se pueda contar con el panorama global para una huella hídrica integra de un proyecto vinícola desde el viñedo hasta la bodega.

Actualmente el agua para destino agroindustrial no se encuentra regulada por la industria vitivinícola, sin embargo, es de gran importancia conocer el consumo hídrico para conocer la demanda hídrica del sector vitivinícola.

También es importante considerar realizar inversiones en el tratado de aguas, para que todas las aguas residuales de las bodegas sean tratadas y que la calidad del agua se encuentre dentro de los parámetros óptimos para ser usada en el riego de los viñedos.

Bibliografía

- ACNUR (2019). Escasez de agua en el mundo: causas y consecuencias, Comité Español. Recuperado en: https://eacnur.org/blog/escasez-agua-en-el-mundo-tc_alt45664n_o_pstn_o_pst/
- ADCCOM (s.f.). Ficha técnica de medidor de chorro múltiple serie MX 4. p.1 Recuperado de: <https://industrialdelagua.com/images/productos/medidores/MX4-Medidor-de-Chorro-M%C3%BAltiple-Cuerpo-de-Pl%C3%A1stico.pdf>
- BABICH WINES (2020). Water measures for greater sustainability in winery. Recuperado de: https://www.babichwines.com/babich_lifestyle/water-measures-for-greater-sustainability-in-winery/
- Buendía, A., Del Valle, M. (2016). Productividad en la Industria de la Uva y la eficiencia de los recursos disponibles en el Valle de Guadalupe, Baja California, México. *Semestre Económico*, 5(2), 5–27. <https://doi.org/10.26867/se.2016.v06i2.53>
- Camacho, A. (2016). Análisis de las estrategias de adaptación a la escasez hídrica de las empresas vitivinícolas del Valle de Guadalupe, B. C. *MAIA Tesis, El Colegio de la frontera del Norte (COLEF), Tijuana, México.*
- CONAGUA (2020). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Guadalupe (0207), *Estado de Baja California. Subdirección General Técnica, Gerencia de aguas subterráneas.* p. 2, 23.
- Conradie, A., Sigge, G. O., Cloete, T. E. (2014). Influence of winemaking practices on the characteristics of winery wastewater and water usage of wineries. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 35(1), p. 10-19.
- Crowe, A. (2014). The Water-Wise Winemaker: Tips, techniques and ideas for saving water in the cellar, *Wines and vines analytics*. Recuperado de: <https://winesvinesanalytics.com/features/article/135078/The-Water-Wise-Winemaker>
- Figuroa, A., Campos, J.R. (2018). Simulación numérica del agua subterránea en el acuífero Guadalupe, Ensenada, Baja California, México: Caso de estudio, condiciones estacionarias y transitorias. *Investigación y Ciencia*, vol. 26, núm. 75, p. 46-54. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Gaeta Lara, A. (2006). Productividad de la vid en Función del Aprovechamiento de agua Subterránea en el Valle de Guadalupe 1994–2004. *MPA Tesis, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, México.*

Gascó, J., Iranzo, E., Navarro, R. (2013). Higiene en la industria vinícola. *Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos*, (447), p.48-54.

Industrial News Diseño (2017). Preocupa escasez de agua en Valle de Guadalupe. Recuperado de: <https://www.industrialnewsbc.com/2017/10/26/preocupa-escasez-de-agua-en-valle-de-guadalupe/>

Kignsolver, B., Raúl, S., Pérez, J., et al (2010). Agua cómo obtener más y vivir con menos, El agua es vida. *Revista National Geographic*, 26(4), 16.

Kurczyn-Robledo, J. A., Kretzschmar, T., & Hinojosa-Corona, A. (2007). Evaluación del escurrimiento superficial en el noreste del Valle de Guadalupe, BC, México, usando el método de curvas numeradas y datos de satélite. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 24(1), 1-14.

Matos, C., & Pirra, A. (2020). Water to wine in wineries in Portugal Douro Region: Comparative study between wineries with different sizes. *Science of the Total Environment*, 732, 139332.

Meraz Ruiz, L., & Ruiz Vega, A. V. (2016). El enoturismo de Baja California, México: un análisis de su oferta y comparación con la región vitivinícola de La Rioja, España.

Núñez, P., Flores, P., Preller, L. (2017). Forecasting water and carbon footprint and utilities consumption in Chilean vineyards, Bio Web Conf. 40th World Congress of Vine and Wine Vol. 9. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20170901015>

Ordoñez, J. (2011). *Cartilla técnica: Aguas subterráneas-acuíferos*. Sociedad Geográfica de Lima.

Organización de las Naciones Unidas (2015) Agua limpia y saneamiento. Objetivos de desarrollo sostenible, Agenda 2030. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Ruiz, L. M., & Radillo, S. E. M. (2012). La ruta del vino en el Valle de Guadalupe, Baja California, México. Perspectiva frente al cambio climático: una primera aproximación.

Saiz Rodríguez, J. A., Lomeli Banda, M. A., Salazar-Briones, C., Ruiz-Gibert, J. M., & Mungaray-Moctezuma, A. (2019). Allocation of groundwater recharge zones in a rural and semi-arid region for sustainable water management: case study in Guadalupe Valley, Mexico. *Water*, 11(8), 1586.

SAyDs (2019). Guía para producción sustentable: sector vitivinícola, *Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación*, 1ra Edición. p.52-53.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de

los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican. *Diario Oficial de la Federación*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020). Precipitación media histórica por entidad federativa. Recuperado de: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?PG_REQTYPE=REDIRECT&PG_MRsaved=false&PG_Func=GETBINARY&PG_File=i hpdfknq.pdf

SEFOA (2015). Panorama general de “Valle de Guadalupe” Baja California. *Dirección de Planeación Sectorial y Seguimiento a la Inversión Pública Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable*. p.1.

UNESCO (2022). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2022, Aguas subterráneas: Hacer visible el recurso invisible. p. 3.

Anexos

Tabla 1. *Bitácora de consumo de agua mensual*

Mes	Fecha	Lectura (m3)	Consumo (m3)	Observaciones
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				