



Universidad
Facultad Don Bosco de Enología
y Ciencias de la Alimentación

Licenciatura en Enología e
Industrias Frutihortícolas

Alumno: Renzo Roldan

Docente Asesor: Esp. Lic. Damián Sanchez

Docente de Revisión Formal: Mgter. Ing. Elena Caliguli

Impacto de las variables climáticas en la elaboración de un Malbec de Gualtallary

Defensa Oral:

Libro: _____ Folio N°: _____ Acta N°:

Fecha: _____

Calificación: _____

Firmas y Aclaración del Tribunal Examinador

Índice General

Índice de Figuras	5
Índice de Tablas	5
Agradecimientos	6
Introducción	8
Objetivos	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos	11
Hipótesis	11
Capítulo I. Principales Regiones Vitivinícolas a nivel Mundial	12
1.1.- Ubicación geográfica de las regiones vitivinícolas en el mundo	12
1.2.- Características de las regiones vitivinícolas	13
1.3. Caracterización bioclimática de las regiones vitivinícolas	17
1.4.- Elementos que componen el Terroir Mendocino de Gualtallary	19
· 19	
· 19	
1.5.- Características enológicas del Malbec de Gualtallary	20
Capítulo II. Cambio Climático y Vitivinicultura	20
2.1.- Cambio climático	20
2.2.- Impacto del Cambio climático sobre la viticultura	21
2.3.- Cambios climáticos registrados en regiones vitivinícolas de importancia a nivel mundial	23
2.4.- Estrategias de manejo vitivinícola ante el cambio climático	28
Capítulo III. Generalidades del Cultivo de la Vid	29
3.1.- Taxonomía y Morfología	29
3.2.- Necesidades edafoclimáticas de la Vid	30
3.3.- Origen y características ampelográficas	32
Capítulo IV. Generalidades sobre la elaboración de un vino tinto	37
4.1.- Proceso de elaboración de un vino tinto	37
4.2.- Principales factores que pueden afectar el proceso de elaboración de un vino tinto	40
4.3.- Componentes de la calidad del vino	44
4.4.- Características del Vino Malbec	49
Metodología, Métodos y Diseño de la Investigación	51

	4
Área de estudio	51
Características edafoclimáticas del área evaluada	51
Clima	51
Suelos	57
Variables por evaluar	52
Variables climáticas	53
Variables asociadas a los indicadores de cosecha	55
Variables de calidad del producto final	55
Resultados y Discusión	57
Evolución climática en el área de estudio durante el período 2020-2024	57
Comportamiento de los indicadores de cosecha durante el período evaluado	62
Comportamiento de las variables asociadas al producto final durante el período evaluado	64
Conclusiones	70
Bibliografía	73

Índice de Figuras

Figura 1. Zonas templadas con producción vitivinícola en el mundo	13
Figura 2. Clasificación Taxonómica de la Vid (<i>Vitis vinifera</i>).	29
Figura 3. Morfología de la planta de Vid	30
Figura 4. Características ampelográficas de la variedad Malbec	Error!
Bookmark not defined.	
Figura 5. Proceso de elaboración de un vino tinto	40
Figura 6. Diagrama de Pareto para identificar el origen de los defectos en la elaboración de vino	41
Figura 7. Origen de los defectos en el vino durante el proceso de elaboración	42
Figura 8. Factores que afectan la expresión de color durante el proceso de elaboración de vino.	47
Figura 9. Ubicación geográfica de la empresa	51
Figura 10. Perfil de suelo de cultivado con la variedad Malbec	58
Figura 11. Evolución de la temperatura y la precipitación acumulada durante el período evaluado	59
Figura 12. Evolución del índice de Winkler en la región evaluada	61
Figura 13. Valores de HR registrados durante el período de estudio	61
Figura 14. Evolución de los valores reportados de Velocidad del viento durante el período evaluado	62

Índice de Tablas

Tabla 1. Defectos del vino y prácticas enológicas preventivas	43
Tabla 2. Comportamiento de los índices de Huglin y Tonietto	60
Tabla 3. Registros del índice de Winkler durante el tiempo evaluado	60
Tabla 4. Índices de madurez fisiológica reportados durante la época en estudio	62
Tabla 5. Características del vino durante el período evaluado	64

Agradecimientos

El presente trabajo jamás habría sido posible sin el apoyo y la ayuda de todas aquellas personas e instituciones que de una u otra manera han estado presentes en las diferentes fases de elaboración del mismo, y que me han acompañado en algún momento de mi vida.

En primer lugar, agradezco a mis padres, Claudio y Cecilia que me formaron como persona, me guiaron, me contuvieron y me brindaron siempre un apoyo incondicional. Mi hermana Milagros, que a pesar de ser menor que yo, es mi inspiración y mi más especial ejemplo a seguir, por su dedicación, esfuerzo y capacidad.

Mención especial a vos Claudio que nos guías desde el cielo.

A mi familia, que siempre estuvieron y brindaron apoyo y soporte cuando lo necesite.

A mi tutor el profesor Lic. Damian Sánchez Mantica

A la universidad Don Bosco y su gente, donde pase varios años de mi vida formándome como persona y como Profesional.

Y por último una mención super especial a la familia Rutini Wines, Mariano Di Paola y La Rural, que me brindaron soporte, apoyo, datos y siempre me dejaron tener a mi disposición lo que necesitaba para poder avanzar en mi trabajo

GRACIAS.

Resumen

Sabiendo que el cultivo de Vid se desarrolla en espacios abiertos y que la actividad vitivinícola se encuentra estrechamente ligada a las condiciones climáticas, debido a la sensibilidad de las vides a factores no controlables como la temperatura, humedad, la velocidad del viento y la disponibilidad de agua y demás, la expresión de variaciones en estos factores pueden afectar a las futuras condiciones de nuestros vinos, lo que también conlleva a experimentar cambios de tareas en el viñedo, diferentes manejos de los mismos, y cambios a la hora de tomar decisiones. En el siguiente trabajo vamos a exponer cómo las variables climáticas pueden jugar su papel en la toma de decisiones y en la implementación de tareas en viñedos/bodega, y a su vez **como** las mismas pueden modificar los datos y características de nuestros vinos. Mediante la comparación de los datos en nuestra estación meteorológica propia, los datos de las uvas en el viñedo y los datos de los vinos producidos con las mismas.

Palabras clave: malbec, Gualtallary, cambio climático, vino

Abstract

Knowing that grape cultivation takes place in open spaces and that winemaking activity is closely linked to climatic conditions, due to the sensitivity of the vines to non-controllable factors such as temperature, humidity, wind speed and the availability of water and others, the expression of variations in these factors can affect the future conditions of our wines, which also leads to experiencing changes in tasks in the vineyard, different management of them, and changes when making decisions. In the following work we are going to expose

how climatic variables can play their role in decision making and in the implementation of tasks in Vineyards/Winery, and in turn how they can Modify the data and characteristics of our wines. By comparing the data in our own weather station, the data from the grapes in the vineyard and the data from the wines produced with them.

Keywords: malbec, Gualtallary, climate change, wine

Introducción

La historia de la viticultura se remonta al inicio de la agricultura, cuando el hombre decide cultivar una planta silvestre de frutos dulces, desde el Cáucaso hasta la cuenca mediterránea, extendiéndose luego por Europa y el resto del mundo, de la mano de frailes y monjes, debido a su aplicación en la obtención de vino (Coletto y otros, 2018; Villa, 2018).

Desde el punto de vista económico, el vino es uno de los productos de importación de mayor importancia mundial, con una superficie total cultivada que abarca aproximadamente unos 7,3 millones de hectáreas, siendo los países europeos, la región que más se destaca en términos de exportación de vino, con un 65% del total, seguida en orden de importancia por los países de América, que, en conjunto, suman el 25% (Organización Internacional del Vino, OIV, [2022]).

La superficie cultivada con el cultivo de Vid a nivel mundial para el año 2021, superó los 7,3 millones de hectáreas, con variaciones entre países, según la ubicación geográfica del cultivo (OIV, 2022), ocupando, en el caso de la República Argentina, un total de 215 mil hectáreas para el año 2020, de las cuales, más del 50% están destinadas a la producción de vino (Instituto Nacional de Vitivinicultura, 2021).

Un informe reciente del Instituto Nacional de Viticultura indica que en la provincia de Mendoza se concentra más del 70% del total de Vid que se cultiva en el territorio argentino, con una superficie cultivada de 147.379 hectáreas, distribuidas en 5 zonas, siendo el Valle de UCO, la segunda zona en términos de superficie cultivada y la que ha evidenciado el mayor crecimiento en los

últimos años, principalmente con variedades tintas, en las que se ha perfeccionado el sistema de cultivo para la obtención de vinos, comercializados principalmente, en el mercado internacional (62%) (Instituto Nacional de Vitivinicultura, INV, [2021]).

Así mismo, dentro del Valle de Uco, se encuentra el Departamento de Tupungato, distinguido por presentar la mayor superficie sembrada (10.414 Ha), distribuida entre 640 viñedos, en los cuales se cultivan mayoritariamente (88% de la superficie sembrada) las variedades tintas Malbec, Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Pinot Negro y Bonarda (Instituto Nacional de Vitivinicultura, 2021).

Teniendo en cuenta que el cultivo de Vid se desarrolla en espacios abiertos y que la actividad vitivinícola se encuentra estrechamente ligada a las condiciones climáticas y meteorológicas, debido a la sensibilidad de las vides a factores como la temperatura, la humedad, la velocidad del viento y la disponibilidad de agua y que además, la expresión de variaciones en estos factores afectan la expresión fenológica de sus etapas de crecimiento y desarrollo, influyendo sobre la calidad de los frutos y el rendimiento del viñedo (Fraga y otros, 2013; Van Leewen y Destrac-Irvine, 2017), el estudio del fenómeno meteorológico global conocido como cambio climático es necesario para garantizar la expresión de las características del vino a nivel mundial.

Este fenómeno, entendido como un conjunto de cambios a largo plazo en los patrones climáticos de la Tierra, reflejados en el aumento de las temperaturas globales, cambios en los patrones de precipitación y la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos como sequías, olas de calor e inundaciones

(Hernández, 2012), ha afectado de manera negativa el rendimiento de los viñedos en diferentes regiones del mundo (Van Leeuwen y Destrac-Irvine, 2017).

Un ejemplo del efecto del cambio climático sobre la viticultura, se refleja en el estudio realizado por Van Leeuwen y Destrac-Irvine, (2017), en regiones vitivinícolas de Francia, quienes reportan una anticipación en el desarrollo de las etapas fenológicas de los viñedos, impulsadas por este aumento en las temperaturas, lo que afecta el tamaño de las bayas (uvas), así como su contenido en ácidos orgánicos, afectando la calidad y tipicidad del vino.

Teniendo en cuenta estos estudios y el hecho de que existen diferentes opciones de manejo del viñedo que permiten limitar la expresión de estos cambios y su efecto sobre la calidad del vino (Mosedale y otros, 2016; Van Leeuwen y Destrac-Irvine, 2017), el objetivo planteado por el presente estudio es analizar el impacto de las variables climáticas sobre las características de un vino malbec en Gualtallary, del cual se realizan todos los años de un cuartel seleccionada de nuestras fincas de Gualtallary Tupungato, durante el periodo comprendido entre 2020-2024.

El objetivo general del siguiente trabajo es evaluar el cambio registrado de las variables climáticas en la región de Gualtallary, Tupungato durante el periodo 2020-2024, cuyo impacto incide en la elaboración de un vino Malbec.

Uno de los objetivos específicos sería analizar el comportamiento de las variables climáticas registradas en la región de Gualtallary-Tupungato durante el período 2020-2024; Por otro lado caracterizar las variaciones registradas en los procesos de madurez fisiológica y fenológica de la producción en la región de Gualtallary-Tupungato durante el período 2020-2024; También nos sirve para describir el proceso de elaboración de un Malbec de Gualtallary-Tupungato. Y a

su vez estimar el efecto de las labores en la vinificación debido a las variables no controladas durante el periodo descripto.

Nuestra Hipotesis sería que el cambio en las variables climáticas ha modificado el manejo del viñedo y las labores de vinificación en la variedad de uva Malbec en la región de Gualtallary, Tupungato, durante el período 2020-2024, requiriendo de la adopción de estrategias adaptativas específicas para garantizar la calidad del vino, en consonancia con los objetivos de desarrollo sostenible.

Capítulo I. Principales Regiones Vitivinícolas a nivel Mundial

1.1.- Ubicación geográfica de las regiones vitivinícolas en el mundo

Las grandes regiones vitícolas se encuentran localizadas en dos amplias franjas de superficie, identificadas, desde el punto de vista climático, como zonas templadas. La primera se encuentra ubicada en el hemisferio norte, cuyos límites se ubican desde el Círculo Polar Ártico hasta el Trópico de Cáncer, ocupando viñedos entre los 32° y los 51° de latitud.

La segunda región templada se encuentra ubicada en el hemisferio sur y comprende territorios distribuidos desde el Círculo Polar Antártico hasta el Trópico de Capricornio, ocupando viñedos entre los 28° y los 42° de latitud. Esta distribución irregular de las latitudes puede ser explicada por la diferencia de tierras emergidas que presentan ambos hemisferios (Sanchoyarto, 2023).

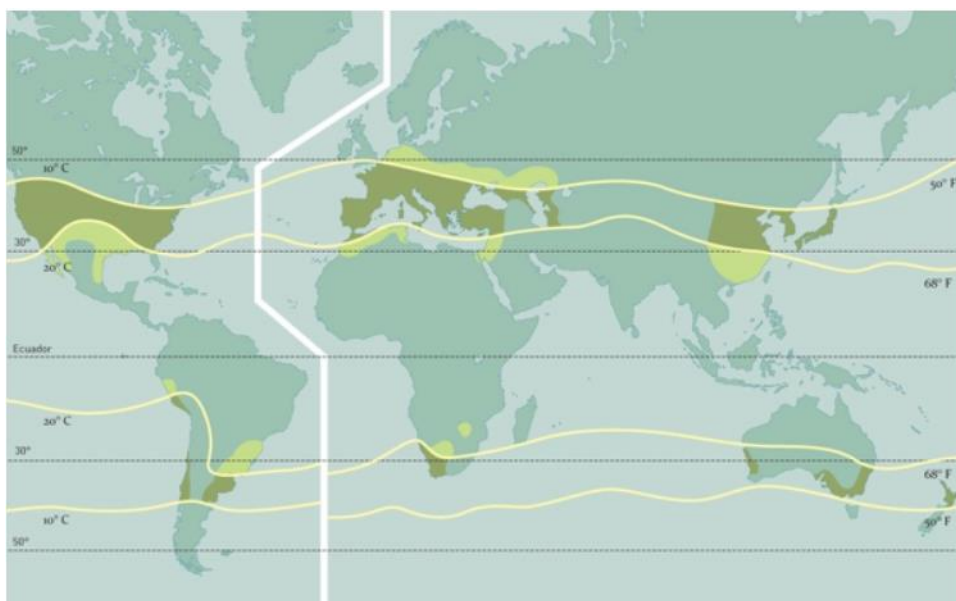
Dentro de estas regiones templadas, es posible hallar diferentes condiciones climáticas en los que se desarrolla la planta de Vid, pudiendo encontrarse regiones que poseen climas con rangos de temperatura más cálida o más fresca, en función principalmente de la latitud, por lo que, el

clima se hace más cálido en la medida que el territorio se acerca más al trópico, dependiendo de igual manera de la influencia de factores geográficos, tales como masas de agua o sistemas montañosos, entre otras. La diferencia de temperatura que permite distinguir entre climas más fríos o más cálidos condiciona de igual forma, la distribución de las distintas variedades de uva. Esto se debe a que cada variedad se encuentra habitualmente limitada a regiones específicas, en función de su ciclo de maduración (Sanchoyarto, 2023).

La siguiente figura muestra las regiones templadas en las que se desarrolla la producción vitivinícola a nivel mundial.

Figura 1.

Zonas templadas con producción vitivinícola en el mundo



Fuente: (Sanchoyarto, 2023).

En los viñedos ubicados en regiones de clima más fresco se produce la mayor parte de los vinos más prestigiosos y caros, a partir de variedades de ciclo corto y maduración temprana. En este sentido, para garantizar la obtención de fruta de calidad, los ciclos vegetativos de las variedades seleccionadas, deben

coincidir perfectamente con las condiciones climáticas del área elegida para su cultivo.

1.2.- Características de las regiones vitivinícolas

A) Regiones vitivinícolas de clima templado.

Suelen caracterizarse por presentar altos valores de amplitud térmica diaria en el viñedo. Dentro de estas zonas, la asociación entre las condiciones climáticas y de suelo, también denominado “*terroir*”, tiene una alta relevancia, teniendo en cuenta que, los lugares con condiciones más favorables, permitirán la expresión de procesos de maduración más fiables en los frutos de la Vid, durante los diferentes ciclos de cultivo (Serra-Stepke y Carey, 2010; Sanchoyarto, 2023).

Los viñedos ubicados en estas zonas, suelen ocupar pequeñas superficies, encontrándose generalmente, en condiciones de poca mecanización, lo que se traduce en una baja producción, cuando se asocia a condiciones climáticas menos favorables. Las prácticas asociadas a la viticultura biodinámica y ecológica presentan una mayor dificultad para ser aplicadas en los viñedos ubicados bajo estas condiciones, debido al riesgo de desarrollo de enfermedades fúngicas por la humedad ambiental (Sanchoyarto, 2023).

Es importante destacar que, en algunas ocasiones, la variabilidad climática anual presente en las zonas de climas más frescos, afecta el proceso de maduración de las uvas, ocasionando que no se desarrollen de forma adecuada, reduciendo en consecuencia, el nivel de azúcar de los frutos, lo que se traduce en la expresión de un grado alcohólico más bajo en los vinos, aunado a esto, se aprecia una mayor acidez con mayor contenido de ácido málico y una menor maduración fenólica, (Sanchoyarto, 2023).

En estas zonas suelen elaborarse principalmente vinos mono varietales, siendo las principales características de estos vinos su frescura y bajo pH, principalmente frutales y una alta calidad aromática, debido a que presentan poca manipulación durante el proceso de vinificación y se usa muy poco roble nuevo cuando se realizan crianzas en madera. Así mismo, Los años en los que el proceso de maduración se ve afectado, pueden presentar un perfil más inmaduro (Morales-Henríquez y otros, 2022). Los aromas dominantes en estos vinos son de frutas más verdes y cítricas, además de aromas florales, teniendo regularmente durante el proceso de elaboración, una escasa manipulación por técnicas enológicas y muy poco uso de roble nuevo (Sanchoyarto, 2023).

Los vinos tintos elaborados bajo estas condiciones (climas más frescos), se caracterizan por presentar una menor intensidad de color, así como un menor grado alcohólico y menor cuerpo, además de una elevada acidez y riesgo de tanicidad más verde, siendo el aroma a frutas rojas frescas, florales y especiados dominante para estos vinos. En estos casos, los aromas de crianza no suelen predominar y como en el caso de los vinos blancos, presentan, en su mayoría pocas labores de manipulación durante el proceso de vinificación, debido a que el objetivo de los elaboradores es un vino finalizado que se caracterice por su fineza y elegancia (Sanchoyarto, 2023).

Las variaciones en condiciones climáticas apreciadas durante años diferentes producen vinos en los que se aprecia de manera muy marcada el efecto añada y su comercialización suele establecerse a un precio más elevado, debido a la menor producción. Muchos son los ejemplos de vinos de alto prestigio a nivel mundial, cuya comercialización se asocia a precios más elevados, son elaborados en regiones de clima más fresco, en donde es poco común la

elaboración de vinos dulces y aquellos que son producidos, generalmente suelen ser de vendimia tardía, pudiendo encontrarse también, una escasa cantidad de vinos de hielo (Sanchoyarto, 2023).

La elaboración de vinos espumosos es muy frecuente en estas zonas, ya que no es precisa la expresión de elevados niveles de azúcar al final de la maduración de las uvas utilizadas para su producción (Sanchoyarto, 2023).

B) Zonas de clima más cálido.

En el caso de los viñedos ubicados las zonas de clima más cálido, la maduración no suele presentar problemas, ya que las temperaturas suelen ser más favorables y consistentes a lo largo de los años. Las variedades cultivadas presentan, frecuentemente un ciclo de maduración más largo, siendo variedades tardías, gracias al efecto de los suaves otoños, que no generan problemas por frío o lluvia, durante la llegada de la vendimia. Otra característica de estas variedades es la resistencia condiciones de sequía y altas temperaturas que frecuentemente tienen que enfrentar durante el verano. Estas regiones se caracterizan por presentar una baja amplitud térmica diaria en el viñedo (Morales-Henríquez y otros, 2022).

Un dato interesante con respecto a las zonas de clima cálido es que las variedades tintas se adaptan mejor bajo sus condiciones climáticas y por esta razón, los viñedos se muestran más abiertos al establecimiento de variedades escogidas por sus elevados rendimientos (Sanchoyarto, 2023). El *terroir* cobra una menor importancia en estas zonas, debido a que son muchos los lugares que ofrecen la garantía de maduraciones óptimas cada año. A diferencia de las zonas de clima frío, los viñedos de estas zonas ocupan grandes superficies en

las que, generalmente se desarrollan más labores de mecanización, lo que permite elevar la producción y los rendimientos.

Sin embargo, el desarrollo de la vendimia mecanizada limita la posibilidad de seleccionar los frutos, elevando en consecuencia, los niveles de azúcar en la uva, cuyo efecto sobre el vino finalizado ocasiona el ascenso en el grado alcohólico y el descenso de la acidez, con el riesgo de obtener vinos planos y con elevado pH. La elaboración de mezclas de variedades es más común en estas zonas de clima más cálido, empleando para ello, multitud de técnicas enológicas, siendo una de las más frecuentes, la crianza en madera (Sanchoyarto, 2023).

Con respecto a las características de los vinos elaborados en zonas de clima cálido, es necesario destacar que los vinos blancos se caracterizan por presentar elevados niveles de alcohol y poca acidez, en donde, desde el punto de vista aromático, se aprecian aquellos que se asocian a frutas más maduras y tropicales, con predominancia de aromas producidos por las técnicas enológicas durante el desarrollo de las labores de vinificación, asociados a los del roble nuevo utilizado durante la crianza.

En el caso de los vinos tintos producidos en estas zonas, una característica destacable es la alta intensidad de su color, así como un grado alcohólico elevado, con mayor cuerpo, menor acidez y taninos más maduros, siendo en este caso, los aromas dominantes comúnmente apreciados, aquellos asociados a frutas negras muy maduras o compotadas (Ruiz, 2021). La manipulación de estos vinos está orientada a la obtención de un perfil frutal asociado a la potencia en el vino finalizado. En este sentido, el uso de crianzas

prolongadas puede afectar el perfil aromático final del vino, dominándolo (Sanchoyarto, 2023).

Los vinos producidos en estas zonas se caracterizan por presentar una muy baja influencia del efecto añada y debido a que se producen a una mayor escala (grandes volúmenes de vino a granel), se comercializan a precios más bajos (Sanchoyarto, 2023).

1.3. Caracterización bioclimática de las regiones vitivinícolas

Como ya se ha comentado, la relaciones entre la variedad y las condiciones edafoclimáticas de la zona donde se cultiva, influyen significativamente en la expresión de las características organolépticas de los vinos, es por ello que, una misma variedad sembrada en lugares diferentes, va a dar lugar al desarrollo de vinos con características distintas (De Borbón y otros, 2008).

En este sentido, la determinación de las características bioclimáticas de las regiones vitivinícolas permite establecer bajo qué condiciones climáticas se desarrollan las fases vegetativa y reproductiva de las vides y con ello, describir los valores asociados al contenido de azúcares, ácidos y polifenoles en las uvas (De Borbón y otros, 2008).

Las principales herramientas empleadas para la caracterización y diferenciación bioclimática de las regiones vitivinícolas son los indicadores bioclimáticos, entre los que es posible mencionar tres:

- El Índice de Huglin (IH), cuya función es la de valorar la amplitud térmica y las horas de sol, relacionándolas con la latitud de ubicación del viñedo. Este índice se vincula con el crecimiento de la planta de

Vid y su metabolismo primario, considerando la longitud del día en verano en el caso de las regiones templadas.

- El Índice de frío nocturno (IF), establece los valores medios mínimos de la temperatura durante el mes de marzo, relacionándolo con el metabolismo secundario de la vid.

El uso de estos dos índices permite, en la opinión de De Borbón y otros, (2008), una caracterización integral de las regiones productoras de vinos.

- El índice de Winkler (IW), empleado para determinar la temperatura eficaz observada durante el periodo de desarrollo del cultivo (Almendro, 2012). La región del Valle de Uco registra, según datos de Barbero y otros, (2008) con un un índice de Winkler III.

1.4.- Elementos que componen el Terroir Mendocino de Gualtallary

- Suelos

Se trata de suelos poco desarrollados desde el punto de vista edafológico, y bajo contenido de materia orgánica (Longo, 2023), con origen es aluvial, por lo que, sus horizontes son muy diversos, presentando texturas que van desde franco-arenosas a arenosas, formando en mayor o menor medida conglomerados con piedras pequeñas, medianas o canto rodado, que presentan un bajo contenido de materia orgánica y un excelente drenaje (Benmarco Wines, 2022).

- Clima

Se trata de una región árida-semiárida, caracterizada por presentar un promedio anual de precipitaciones de 83 mm (entre 30 y 350 mm/año, desarrolladas principalmente durante la época estival) y

una altitud de 1.350 msnm, esta región presenta temperaturas medias que varían entre 13 y 18°C, con valores máximos anuales de 23,63 °C y temperaturas mínimas cuyo valor promedio es de 9,31 °C, con una amplitud térmica de 12,5 °C (Benmarco Wines, 2022; Longo, 2023; Urbietta, 2024).

Los sistemas agrícolas desarrollados en esta región pueden verse afectados por dos sucesos meteorológicos: las heladas y el granizo. Las heladas se desarrollan entre los meses de abril y octubre y las precipitaciones se caracterizan por presentar alta intensidad y ser impredecibles (Longo, 2023). Durante la época de floración de la Vid, también ocurre un fenómeno denominado viento zonda, que puede afectar la producción (Persia y otros, 2015).

1.5.- Características enológicas del Malbec de Gualtallary

Las características de los Malbec producidos en la región de Gualtallary, según un estudio publicado por Capaldi, (2019), menciona que el Malbec obtenido de la región de Gualtallary presenta una mayor coloración que otras regiones cercanas, debido a la poca fertilidad de los suelos y al rango de temperaturas moderadas propio de la zona (Mori y otros, 2007; Urbietta y otros, 2021; Longo, 2023). con valores de grados Brix promedio de 24,65, además de un pH de 3,77, una acidez total promedio de 4,92 y un grado alcohólico 14,65 (% v/v).

Por su parte, Urbietta, (2024), indica valores de grados Brix promedio de 23,65, además de un pH de 3,39 y una acidez total promedio de 7,35.

Capítulo II. Cambio Climático y Vitivinicultura

2.1.- Cambio climático

Se llama cambio climático a la variación del clima de la Tierra, desarrollada generalmente, debido a causas naturales a lo largo de la historia del planeta. Sin embargo, desde la revolución industrial, el hombre ha generado una gran cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono, metano y óxido nitroso (IPCC, 2015; Rojas, y otros, 2019).

El efecto invernadero es indispensable para la vida en la Tierra, ya que si no existiera la temperatura media de la Tierra sería de -18°C y no de 15°C . Los gases atmosféricos absorben la radiación térmica emitida por el planeta y esta es irradiada en todas direcciones, reduciendo así la energía que es reflejada al espacio (IPCC, 2015).

En 1988, tras los indicios de que el cambio climático suponía un peligro real, se creó el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), constituido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMN), con la finalidad de proporcionar información sobre el cambio climático. Las emisiones están provocando que la temperatura del planeta aumente, al incrementar su concentración en la atmósfera. El porcentaje de radiación reflejada al espacio es menor, provocando que permanezca en el planeta y como consecuencia la temperatura terrestre sea mayor (IPCC, 2015; Martínez, 2016).

2.2.- Impacto del Cambio climático sobre la viticultura

Numerosos estudios, como los realizados por Egunez, (2015) y Leibar, (2017), han reportado que el cambio climático ha comenzado a afectar la viticultura de varias maneras, entre las que se pueden mencionar:

- a) Aumento de las temperaturas en muchas regiones vitivinícolas, lo que puede alterar los ciclos de crecimiento de las vides, adelantando el inicio de la temporada de crecimiento, pudiendo afectar, en consecuencia, la floración, la polinización y la maduración de las uvas.
- b) Cambios en los patrones de precipitación, caracterizados por un aumento de la frecuencia de eventos extremos como tormentas intensas o sequías prolongadas. Esto puede afectar la disponibilidad de agua para riego y el equilibrio hídrico de las vides, lo que a su vez puede afectar su crecimiento y producción.
- c) Aumento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos, como olas de calor, heladas tardías y granizadas. Estos eventos pueden causar daños significativos a los viñedos, afectando la calidad y la cantidad de la cosecha.

Particularmente, la aptitud de las zonas vitícolas para madurar sus uvas a niveles óptimos de azúcar, acidez, color, y componentes aromáticos, dependen en gran parte de los niveles de temperatura durante el período de crecimiento de la vid (Aruani, 2012; Leibar, 2017).

En este contexto, existen varios factores meteorológicos que afectan el crecimiento de la vid y por ende la calidad del vino, siendo estos la radiación solar, la temperatura, los niveles de precipitación, el viento, y los eventos extremos como heladas y granizo.

Los procesos de vinificación también pueden verse afectados por el cambio climático, específicamente por el aumento de la temperatura durante la vendimia, lo que ocasiona la deshidratación del fruto y procesos de estrés que

se convierten en puerta de entrada para microorganismos alterantes (Soriano, 2020).

En este sentido, Leolini, y otros, (2019), indican que el mayor impacto del cambio climático sobre la viticultura se evidencia en el aumento del contenido de azúcares y del pH de las uvas, además de la disminución de la acidez, debida a la disminución en las concentraciones de ácido málico por efecto del aumento en las temperaturas ambientales y el estrés hídrico en las plantas.

Así mismo, el incremento en los niveles de potasio en la uva permite, en la opinión de Egunez-Zalakain, (2015), la expresión de procesos de formación y precipitación de un compuesto denominado bitartrato potásico, cuyo efecto también contribuye con la pérdida de acidez.

Otro aspecto de interés asociado al efecto del cambio climático sobre la calidad del vino se refiere al efecto de las altas temperaturas sobre la concentración de antocianos, cuya inhibición en regiones de climas cálidos produce la reducción en el color de la uva (Tarara y otros, 2008; Lago-Vanzela, y otros, 2014).

Esto se explica porque el proceso de síntesis de antocianos en variedades como Malbec, presenta una mayor eficiencia a 20°C que a 30°C, durante el día y los valores más altos durante la noche, se producen entre los 15-20°C, observándose una disminución en su producción entre los 20-25°C (Cohen y otros, 2008).

En contraste con los antocianos, la producción de taninos condensados y el número de semillas, tienden a incrementarse en condiciones de altas

temperaturas, lo que puede afectar la astringencia del producto final del proceso de vinificación (de Oduña, 2010; Conde, y otros, 2016).

2.3.- Cambios climáticos registrados en regiones vitivinícolas de importancia a nivel mundial

Un estudio llevado a cabo por Soriano, (2020), menciona que el aumento en las temperaturas generadas por el cambio climático puede convertir a ciertas regiones geográficas en no aptas para la viticultura si no se aplican los correctivos necesarios.

Algunas de las regiones que pueden verse afectadas por el aumento global de temperaturas son: Australia, la cuenca mediterránea, California y Sudáfrica, razón por la cual, en este estudio comentaremos algunos de los cambios registrados dentro de estas regiones de clima cálido y otras de interés mundial ubicadas en zonas de clima templado como Francia y España.

2.3.1.- Regiones de Clima tropical.

- Australia.

Un estudio llevado a cabo por Coultier y otros, (2008), refleja el efecto del aumento de temperatura sobre los procesos de oxidación de los frutos de uva y el mosto, el deterioro de los frutos por efecto de microorganismos alterantes, las maceraciones incontroladas y las fermentaciones alcohólicas indeseables, observándose una mayor concentración de azúcar durante esa añada, además de un gran número de paradas fermentativas, debidas al efecto tóxico de las altas concentraciones de alcohol etílico registradas.

Así mismo, los resultados de este estudio indican una reducción en los niveles de nitrógeno asimilable por las levaduras, durante el año en el que se registraron temperaturas de vendimia más elevadas en relación con los registros normales.

Por su parte, Hayes, (2018), destaca que los cambios en las condiciones climáticas registrados durante los últimos años han impulsado el desarrollo de investigaciones asociadas con el uso racional del agua en el viñedo, permitiendo entender el efecto del estrés hídrico sobre la uva y el vino y plantear sistemas de diseño y manejo del viñedo que no afecten las características organolépticas de sus productos, incluyendo el uso de injertos con variedades adaptadas.

- Estados Unidos.

Para autores como Ballesteros, (2018), el cambio climático ha impulsado una redistribución geográfica de las regiones vitivinícolas estadounidenses hacia zonas más frescas, ubicadas al norte de ese país, siendo una de ellas, Alaska.

Otros autores como Martínez, (2016), indican que por efecto del cambio climático, muchas regiones vitivinícolas de California se han visto afectadas por defectos aromáticos en sus productos, debidas la absorción acumulativa de sustancias como guayacol, 4-metilguayacol, 4-etilguayacol, eugenol y furfurala en los granos de uva durante su desarrollo, causadas por el desarrollo de numerosos incendios en áreas geográficas cercanas a los viñedos.

6.3.2.- Regiones de clima Templado.

- España.

Para Sotés, (2018), el efecto del cambio climático puede afectar las características de tipicidad esperadas dentro de las diferentes zonas con denominación de origen controlada, ocasionando la revisión de las normativas aplicables y la definición de estrategias productivas que permitan garantizar la producción en condiciones de clima cambiantes.

Dentro de este contexto, los resultados de un estudio llevado a cabo por García y otros, (2014) sobre variedades tintas minoritarias de la Denominación de Origen Controlada La Rioja, indicaron el adelanto de la fecha de desarrollo de la fase envero para la mayor parte de las variedades evaluadas, además de un efecto de la temperatura registrada al inicio del envero sobre la concentración de azúcar de las variedades evaluadas, registrando una menor concentración en el contenido de azúcar en Garnacha Tintorera, Moristel y Trepát y mayores valores para esta variable en Merenzao, Garnacha Tinta y Mandón, presentaron mayores valores de concentración de azúcar.

Beltrán y Guillamón, (2009), por su parte, estudiaron los niveles de concentración de sulfitos bajo condiciones de deficiencia de nitrógeno en vinos, a causa del incremento de las temperaturas y el tipo de cepa empleada durante el proceso de obtención del vino. Sus resultados indican el aumento en los niveles de ácido sulfídrico bajo condiciones de altas temperaturas, a pesar de la suplementación del mosto con amonio, ocasionando la formación de olores desagradables en el vino.

Otro factor de interés en materia vitivinícola fue evaluado por Egunez, (2015), quien indica que las Variaciones en el pH de la uva han registrado un aumento significativo en los últimos años, por efecto del aumento en las temperaturas y la exposición de la planta a condiciones de estrés hídrico. El autor refiere que valores de pH elevados pueden significar un problema en la estabilización producción de vinos tintos de guarda, en donde el pH requerido debe ser bajo. Este estudio también destaca que, valores altos de pH pueden afectar negativamente la intensidad de color, el sabor y el aroma del vino tinto

En este orden de ideas, los datos registrados por Recamales y otros, (2011), indican un aumento en la degradación de compuestos volátiles en el vino almacenado a altas temperaturas, ocasionando pérdida de frescor y olor floral en vinos blancos, ocasionando, en consecuencia, un efecto de envejecimiento acelerado en el vino.

- Francia.

El efecto del cambio climático, según Neethling y otros, (2017), ha generado un comportamiento diferenciado de la variabilidad espacial y temporal de la temperatura en regiones vitivinícolas cercanas, comparable a la registrada en espacios geográficos distantes.

De la misma manera, estudios llevados a cabo por Fraga, y otros, (2015), indican un avance significativo en las fechas de desarrollo de las etapas de floración y envero durante los últimos 30 años en viñedos localizados en diferentes regiones productoras de ese país.

Las variables asociadas a la evolución en la composición de los frutos de la Vid también ha sido objeto de estudio por parte de investigadores como Van Leewen y Destrac-Irvine, (2017), quienes reflejan un aumento en la concentración de azúcares de la uva y la pérdida del grado de acidez en el vino durante los últimos años.

- Argentina.

Para Ballesteros, (2018), el cambio climático ha impulsado la redistribución de las regiones vitivinícolas hacia Gualtallary y Salta, cuya expansión desarrollada en los últimos años obedece al alto potencial cualitativo de los vinos obtenidos en la región.

2.4.- Estrategias de manejo vitivinícola ante el cambio climático

Ante los cambios evidenciados en la producción vitivinícola por efecto del aumento de las temperaturas globales, instituciones como la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2019) ha planteado una serie de acciones que están orientadas a la adaptación de los modelos productivos y de transformación agroindustrial de la Vid, que incluyen el uso de índices agroclimáticos como herramienta para la zonificación de áreas vitícolas (Fraga y otros, 2015; (Neethling y otros, 2019).

Estas estrategias son descritas por Santos y otros, (2020) como herramientas que necesitan ser adaptadas a las condiciones locales para una reducción efectiva de riesgos, pudiendo clasificarse en dos tipos de respuestas de adaptación al cambio climático, siendo estas: las acciones inmediatas a nivel de bodega, de aplicación sencilla y económica, pero con un bajo potencial de adaptación y las acciones de aplicación más compleja, implementadas desde la

fase de viñedo, que por su alto potencial de adaptación, implican altos costos de inversión (Bonfante, y otros, 2018).

Cuando hablamos de estrategias, en nuestro caso la mas influyente ha sido el manejo del Riego y la gestion del agua; **Riego de precisión** que consiste en utilizar sistemas eficientes que permitan aplicar el agua necesaria en el momento preciso, evitando el estrés hídrico y el desperdicio de agua.

Claramente esto significa, regar en tiempo adecuado con la cantidad realmente necesaria por la planta, para evitar estrés o hiperhidratación de los viñedos.

Si bien para hablar de forma clara sobre la adaptación de las estrategias tenemos que tener en cuenta con exactitud el clima o la tendencia de la región en estudio, por ejemplo no es lo mismo una zona con demasiada humedad y precipitaciones abundantes, como no es lo mismo hablar de zonas frías para el cultivo de la vid, por otro lado las zonas más emblemáticas para el cultivo de la vid se podrían ver super afectadas por los aumentos de la temperatura.

Para enfrentarse a estos impactos sería necesario, dentro de cada microclima, buscar los sistemas de adaptación necesarios; desde modificaciones en las prácticas de cultivo como ya antes hemos descripto o en las técnicas enológicas que de forma más económica permitirían hacer frente a pequeños cambios, hasta traslados de las zonas de cultivo de la vid a sitios más frescos, jugando con la altitud y la latitud con grandes costes económicos y sociales.

Como para citar unos ejemplos tenemos varios efectos climáticos, entre ellos tenemos el granizo que producen problemas de disminución de la productividad de las plantas; también tenemos las heladas que producen un debilitamiento de la planta alterando en algunos casos los sabores y aromas de las uvas; las olas de calor por el contrario nos quitan las reservas de agua y la planta necesita aumentar el consumo de agua, y el ritmo madurativo de la misma cambia y puede verse afectada la maduración siendo esta más rápida; si el calor en el medio ambiente no es tan prolongado la planta también sufre un estrés y consume de forma más rápida las reservas, y de esta manera cuesta determinar el punto de cosecha de las mismas.

Ahora bien, si nos remontamos a las tareas que podemos realizar dentro de la bodega para contrarrestar los efectos del cambio climático, nos remitimos a una buena gestión energética, lo que se traduce al uso de energías renovables, como por ejemplo poniendo en funcionamiento paneles solares y así reducir la dependencia de energía eléctrica convencional; Podríamos también ver la manera de optimizar los procesos para evitar el consumo excesivo de energía en cada etapa de la vinificación.

Por otro lado, al igual que en los viñedos, es de vital importancia intentar aprovechar al máximo el recurso hídrico dentro de los establecimientos, intentando minimizar su uso y su reutilización mediante el tratamiento de aguas residuales.

Otro punto importante sería una correcta gestión de Residuos, que se traduce a reutilización, reducción y reciclaje correcto. De esta manera evitamos la contaminación y por ende cuidamos el medio ambiente.

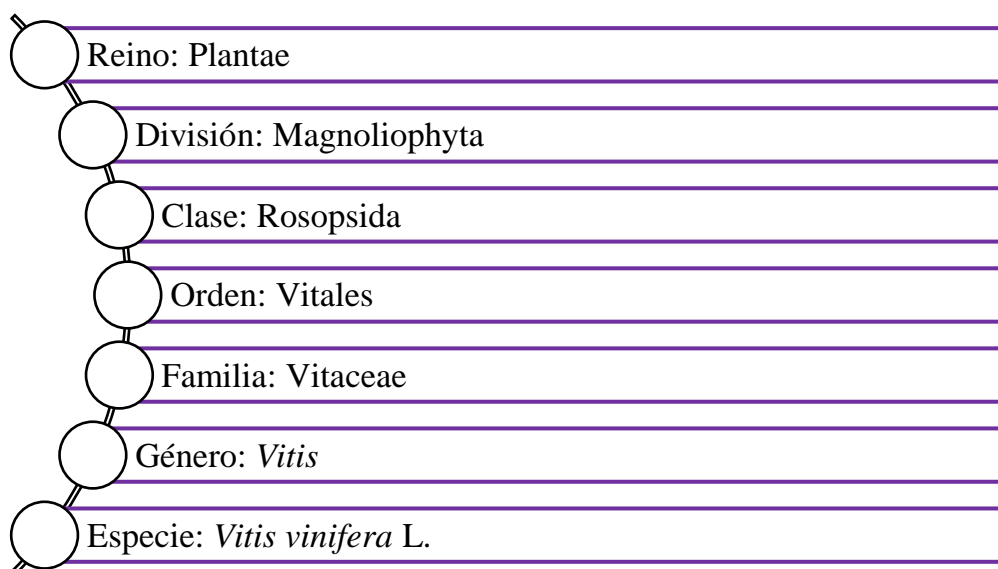
Capítulo III. Generalidades del Cultivo de la Vid

3.1.- Taxonomía y Morfología

Esta planta se ubica taxonómicamente dentro del género *Vitis*, compuesto actualmente por 60 especies, clasificadas, según la Angiosperms Phylogeny Group (APG IV, 2016), dentro de la orden vitales, familias vitáceas, subfamilia vitioidae (Botanical Journal, 2016). El resumen de esta descripción taxonómica se describe en el siguiente esquema:

Figura 2.

Clasificación Taxonómica de la Vid (Vitis vinifera).



(González, 2021)

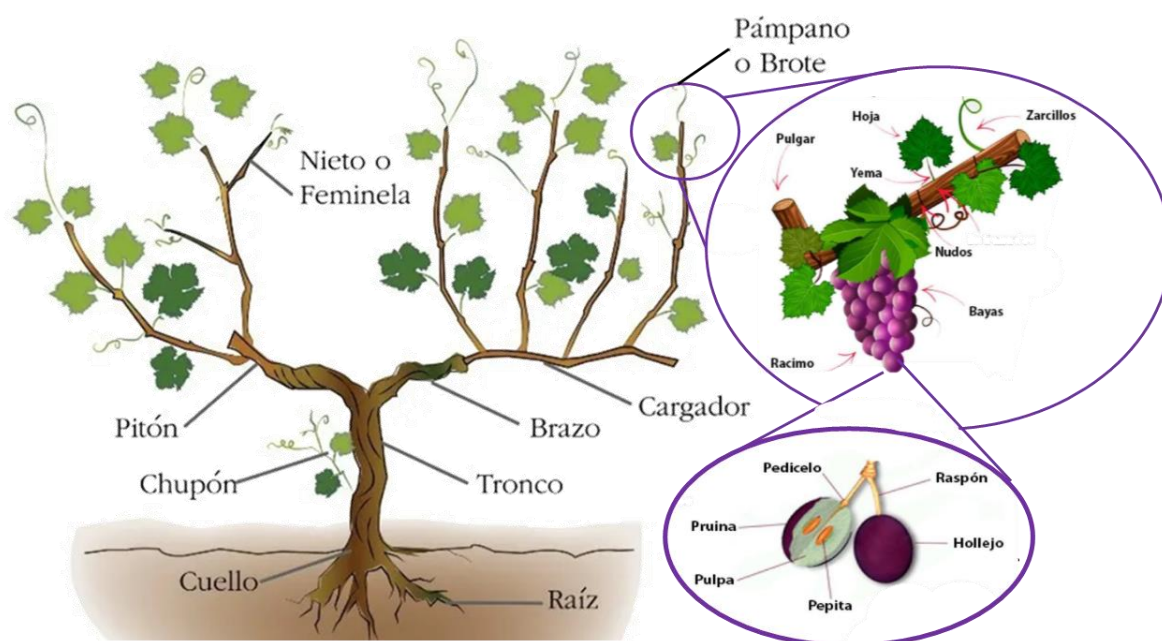
Desde el punto de vista morfológico, este cultivo se caracteriza por ser una planta de apariencia arbustiva y trepadora que posee un tallo largo, delgado y flexible, con nudos a lo largo de toda su longitud. Es por ello que, en caso de permitirle crecer sin restricciones, esta planta puede alcanzar alturas superiores a los 20 metros de altura y 40 centímetros de diámetro (González, 2021).

La parte aérea de la Vid está compuesta por el tronco, los brazos y los sarmientos, que pueden durar varios años, así como sus hojas, frutos y zarcillos, cuya vida útil de aproximadamente un año (González, 2021; Martínez, 2021).

A continuación, se muestra una imagen que describe la morfología de esta planta:

Figura 3.

Morfología de la planta de Vid



Modificado de Zapata, (2022)

3.2.- Necesidades edafoclimáticas de la Vid

El vino y el clima, conjuntamente con la variedad mantienen una relación estrecha, que empieza a partir de elección del espacio geográfico en el que se ubicarán los viñedos, continúa con la elección de las variedades a ser plantadas y el proceso de maduración final de sus frutos (uvas) durante cada ciclo del cultivo (año) y culmina con la obtención de características y estilos específicos en los vinos elaborados a partir de los frutos de la Vid (Calatrava Wines, 2021)

Considerando que, el objetivo final de la actividad vitícola es la obtención de una cosecha de uvas de calidad, en condiciones de sanidad y maduración óptimas, para la elaboración de vino, es necesario garantizar un crecimiento y desarrollo óptimo de las vides, hasta culminar su ciclo vegetativo.

Teniendo en cuenta lo antes descrito, para poder completar su ciclo vegetativo, la planta de vid necesita garantizar un conjunto de elementos básicos, siendo estos, según Cortiñas, (2019):

- El calor, de fundamental importancia, para iniciar el ciclo productivo luego de la etapa de latencia, siendo necesarias temperaturas superiores a los 10°C, para el inicio de la brotación, además de entre temperaturas óptimas de entre 20 a 25°C para el desarrollo de la planta
- La luz solar, necesaria para el desarrollo de la fotosíntesis y cuyos valores óptimos oscilan entre 1500 a 1600 horas de luz anuales, según datos de Almanza, (2011)
- Las precipitaciones, por su papel para garantizar las reservas hídricas del suelo y con ello, permitir el desarrollo óptimo de la planta durante todas las etapas del ciclo anual (Las necesidades anuales se determinan a partir de valores de evapotranspiración del cultivo (ET_o) y registran mayores valores durante el cuajado del fruto y el envero). En términos muy generales, se podría decir que se necesitan entre 350 y 600mm por año para poder mantener una zona de cultivo, en este caso de vid, la cual dependerá exclusivamente del tipo de suelo, el clima entre otros factores.
- La composición nutricional presente en la superficie del suelo.

De todos los factores aquí descritos, la temperatura es considerada el de mayor importancia para el desarrollo de la vid, teniendo en cuenta que, además

de impulsar el desarrollo del proceso productivo cada año, es necesario el desarrollo de temperaturas medias suaves durante un periodo prolongado de tiempo, lo que permitirá conseguir el estado de madurez adecuada en las uvas. Este requisito climático es, por esta razón, el que define la distribución y localización del viñedo a lo largo del planeta (Sanchoyarto, 2023).

Con respecto al factor suelo, en la opinión de Martínez, y otros, (2014) y Cortiñas, (2019), la capacidad de adaptación del cultivo de Vid a condiciones de suelo pobres, pedregosos y con buen drenaje, permite controlar la producción y obtener cosechas de calidad, teniendo en cuenta que, en suelos con mayor fertilidad, pueden desarrollarse situaciones de crecimiento incontrolado del follaje.

En este orden de ideas, algunos autores indican que el medio ideal para garantizar un adecuado desarrollo radicular en el cultivo es un suelo superficial y un subsuelo profundo, que pueda ser explorado por las raíces de la planta durante su crecimiento y les permita extraer el agua y los nutrientes necesarios para favorecer el desarrollo vegetativo de la planta, garantizando la calidad del fruto (Martínez, (2017).

3.3.- Labores culturales asociadas al manejo agronómico de la Vid

3.3.1.- Labores necesarias para el establecimiento del Cultivo

- Selección del área de siembra y preparación de suelos. Tras el análisis de los factores edafoclimáticos de la región seleccionada y el establecimiento de los objetivos de la producción, autores como Almanza-Merchán, y otros, (2012), recomiendan identificar las variedades que presenten características adecuadas al *terroir* (o que se encuentren permitidas según cada D.O., en los países europeos). Todo esto permitirá

garantizar una expresión adecuada de las características organolépticas de cada cepa en el área seleccionada y llevar a cabo las labores agrícolas necesarias.

- Siembra de los patrones o plantas sin injertar, estableciendo en el campo el marco de plantación adecuado a las características de la variedad, teniendo en cuenta las consideraciones técnicas que permitan aprovechar de forma racional el terreno y facilitar las labores de manejo agronómico. Estudios recientes relacionan una densidad de siembra entre 4.000 y 330 plantas/Ha con rendimientos elevados y un adecuado nivel de grados brix (Martínez J. , 2017)

Luego de la elección de la disposición de plantación (a marco real, rectangular, a tres bolillo y en curvas de nivel), el siguiente paso es establecer el marco de plantación y la densidad de siembra, teniendo en cuenta la orientación del cultivo, a los fines de garantizar una adecuada insolación, orientando las filas de forma perpendicular al viento para que las primeras filas sirvan como barrera rompe vientos del resto del cultivo (Bujanda, 2014). Así mismo, se debe disponer de una red de calles que facilite las labores agrícolas, sobre todo aquellas que requieran el uso de maquinarias.

- Propagación. Llevada a cabo por medio de semillas, acodo, estacas o injerto y micro propagación, siendo la propagación por estacas la técnica de propagación más frecuente en el cultivo de Vid (Almanza-Merchán, y otros, 2012).
- Establecimiento del sistema de conducción. Teniendo en cuenta las condiciones agroclimáticas de la zona y las características de la variedad

establecida. Los sistemas de conducción más comúnmente empleados son: espaldera en Guyot simple y doble, el emparrado alto en tres o cuatro brazos y el sistema lira y cordón royat.

La siguiente imagen muestra un esquema del sistema de conducción en espaldera y una fotografía que muestra la disposición en campo de las plantas bajo este sistema de conducción

Figura 4. Sistema de conducción de Espaldera en el cultivo de Vid.



Fuente: modificado de bodegasramonbilbao.com, con imágenes de rutiniwines.com

- Poda de la Vid. Cuyo objetivo es el de mantener a la planta en un régimen productivo sustentable a lo largo de cada temporada, regulando su vigor, la competencia y el envejecimiento de la planta. La poda en el cultivo de vid permite favorecer la entrada de luz (evitando el sombreadamiento), generar un equilibrio entre la parte vegetativa y reproductiva de la planta, en beneficio de la calidad de la uva, así como, favorecer el control fitosanitario y prolongar la vida útil de la planta (Gil, 2006; (Aliquó y otros, 2015).

Un aspecto importante desde el punto de vista productivo, es el uso de la poda tardía para el control de la brotación, lo que permite retrasar su desarrollo en épocas de heladas sin que esto afecte la productividad y

calidad del viñedo (Poni y otros, 2022; Zheng y otros, 2017). Sin embargo, es necesario determinar el momento óptimo para realizar esta labor dentro de cada sistema vitivinícola, considerando el contexto climático y la variedad (Salazar-Parra y otros, 2023).

- Deshoje. Llevado a cabo para el control del follaje excesivo en plantas vigorosas, evitando el sombreado y el desarrollo de enfermedades fúngicas (Salazar-Parra y otros, 2023).

3.4.- Origen y características ampelográficas

Estudios realizados por Boursiquot, y otros, (2009) indican que esta variedad es originaria de la antigua provincia francesa de Quercy y que es producto del mestizaje entre las variedades Magdeleine Noir de Charantes (empleada como uva de mesa durante la edad media) y Prunelard (variedad típica de la región sureña del Midi francés), siendo pariente de la variedad Merlot, al compartir uno de sus parentales (Magdeleine Noir de Charantes, cruzada en el último caso de Merlot, con la Cabernet Franco).

Así mismo, De la Motta, (2000), citado por Pszczólkowski, (2015) indica que la variedad Malbec fue introducida a la República Argentina en 1855, de la mano del agrónomo y científico Michel Aimé Pouget, desarrollando la primera siembra en la hacienda San Nicolás, ubicada en la provincia de Mendoza.

Con respecto a las características ampelográficas que distinguen a esta variedad, Rodríguez y otros, (1999), mencionan que presenta un ápice con fuerte indumento de pelos tumbados, además de hojuelas verdes de tonalidad amarillo-cobrizo, su tallo posee entrenudos cortos.

Las características de la hoja adulta, indican que, se trata de una hoja entera que posee polimorfismo, observándose más comúnmente trilobada,

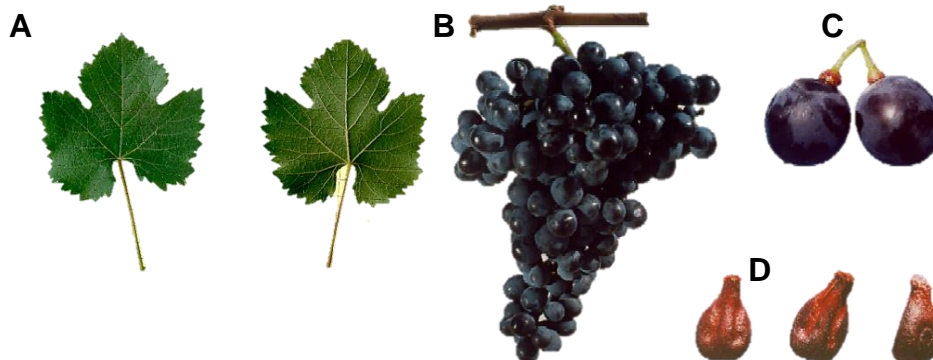
aunque , en contadas ocasiones puede presentarse pentalobada, siendo asimétrica a veces, con el seno peciolar en forma V o en U y dientes numerosos y rectos.

La hoja de esta variedad también se reconoce por presentar ampollamiento reticulado intenso sobre un color verde oscuro, con un punto peciolar rosado, apreciándose una intensa coloración violeta rojiza en su pecíolo, con indumento de la cara inferior telaraña y senos laterales superiores en dedo guante.

La siguiente imagen muestra las características ampelográficas de la Variedad Malbec

Figura 4.

Características ampelográficas de la variedad Malbec



Fuente: Rodríguez y otros, (1999)

Nota: en la Figura 3 se muestran las características ampelográficas de la variedad Malbec, a partir de imágenes que muestran el aspecto de sus hojas (A), la forma y compactación del racimo (B), además de la forma de sus frutos (C) y semillas (D).

Capítulo IV. Generalidades sobre la elaboración de un vino tinto

4.1.- Proceso de elaboración de un vino tinto

La transformación de la uva en vino es un proceso complejo que consta de varias etapas e inicia, cuando se realiza un muestreo para evaluar las características de madurez fisiológica y fenólica de las bayas o granos de uva, buscando determinar el momento justo de la vendimia (Bucolo, 2020; Cepa Bosquet, 2024).

Para Bucolo, 2020, el parámetro clave durante la etapa de muestreo es el contenido de sólidos solubles totales (expresado en ° Brix), a partir del cual se puede estimar el contenido de alcohol del vino y, por ende, establecer el momento adecuado para la cosecha, siendo dos indicadores empleados en fase de campo la degustación de las uvas y la prueba de presionado de la baya descrita por Goldin, (2004).

A partir del momento de la vendimia, las uvas deben trasladarse al área de procesamiento, en donde, luego de ser recibidas, serán pesadas, se despallarán (eliminando restos de tallos y hojas) y serán estrujadas para obtener el jugo o mosto que luego será analizado para determinar su grados Brix, pH y acidez total, macerándose después, con las pieles u hollejos dentro de vasijas fermentativas, lo que permitirá darle el color y aroma característicos del vino tinto (Capaldi, 2019; Bucolo, 2020; Cepa Bosquet, 2024).

Durante el proceso de fermentación, el azúcar del mosto es transformado en etanol y dióxido de carbono, mediante el uso de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), sintetizándose de igual forma otros metabolitos (glicerol, ácido orgánicos, acetaldehído y ésteres) generando un “sombbrero” en la parte superior

del contenedor, producto del arrastre de los hollejos hacia la parte superior del jugo por parte del gas desprendido durante el proceso (Carrascosa y otros, 2005; Capaldi, 2019; Cepa Bosquet, 2024).

En esta etapa, la técnica del Bazuqueo o hundimiento del sombrero es necesaria para extraer compuestos deseables presentes en el hollejo, tales como antocianinas y taninos, airear el mosto y nivelar los niveles de temperatura del mismo, los cuales deben oscilar entre 20 y 25 °C si se quiere evitar paradas en el proceso de fermentación (Ribéreau-Gayon y otros, 2005; Bucolo, 2020).

Al finalizar la fermentación, se separa el “vino yema” de los hollejos, mediante un proceso denominado descube, almacenando este vino en otra vasija o contenedor, para que culmine su fermentación. Procesos de encubado cortos se aplican en caso de que las uvas cosechadas se encuentren poco maduras, todo esto, para evitar extraer taninos duros del mosto; el encubado durante largos períodos permite suavizar sensorialmente los vinos (Ribéreau-Gayon y otros, 2005).

Mientras se comprimen los hollejos para obtener un “vino prensa”, que será almacenado en un contenedor diferente al “vino yema”, pudiendo mezclarse luego para aportar una mayor estructura y concentración o emplearse en la obtención de aceite de uva y abono (Goldin, 2004; Carrascosa y otros, 2005; Cepa Bosquet, 2024).

Luego de separar estos dos tipos de vino se procede a un nuevo proceso de fermentación que puede desarrollarse durante un lapso que varía entre 7 y 15 días y que se denomina fermentación maloláctica. La duración de este proceso depende de la temperatura registrada, debido a que es llevada a cabo

por bacterias lácticas, cuya función es la de transformar el ácido málico propio del vino en un ácido más suave y agradable: el ácido láctico, obtiene como resultado una disminución en el grado de acidez total del vino (Carrascosa y otros, 2005; Cepa Bosquet, 2024).

Dependiendo del destino del vino (vino joven o de guarda), el producto de esta segunda fermentación es llevado a un nuevo contenedor, que puede ser barricas o depósito para su crianza, un proceso que permite la evolución de las características organolépticas del vino (Cepa Bosquet, 2024).

El siguiente paso, luego de la crianza es la estabilización del vino, empleada para evitar que aparezcan precipitados en las botellas, a partir de tres procesos: clarificación, filtrado y estabilización tartárica (Bucolo, 2020).

Finalmente, luego de realizadas algunas pruebas para determinar sus características fisicoquímicas y organolépticas, el vino será embotellado para que se produzca una nueva crianza en las botellas y etiquetado para su posterior comercialización (Cepa Bosquet, 2024). Las botellas empleadas con mayor frecuencia en variedades tintas como Malbec son de color verde, para proteger el vino de la luz (Goldin, 2004). El siguiente esquema muestra gráficamente el proceso de elaboración de un vino tinto (Figura 6)

Figura 6.

Proceso de elaboración de un vino tinto



Fuente: Cepa Bosquet, (2024).

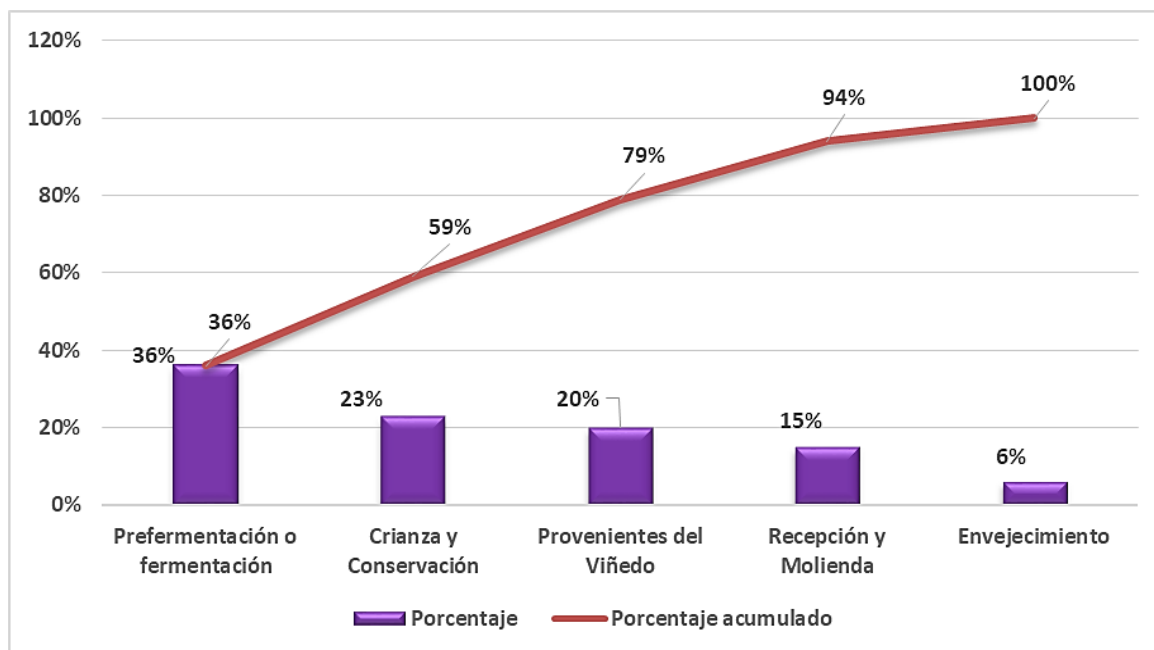
4.2.- Principales factores que pueden afectar el proceso de elaboración de un vino tinto

Estudios llevados a cabo por Altura y otros, (2008), reportan un balance de los defectos declarados por diferentes bodegas argentinas, en donde se identifica el proceso que los origina, siendo los de mayor peso, aquellos generados durante la etapa fermentativa, seguidos por los de crianza y conservación.

La siguiente figura muestra un Diagrama de Pareto que ilustra la distribución porcentual de los procesos que pueden afectar la calidad del vino

Figura 7.

Diagrama de Pareto para identificar el origen de los defectos en la elaboración de vino

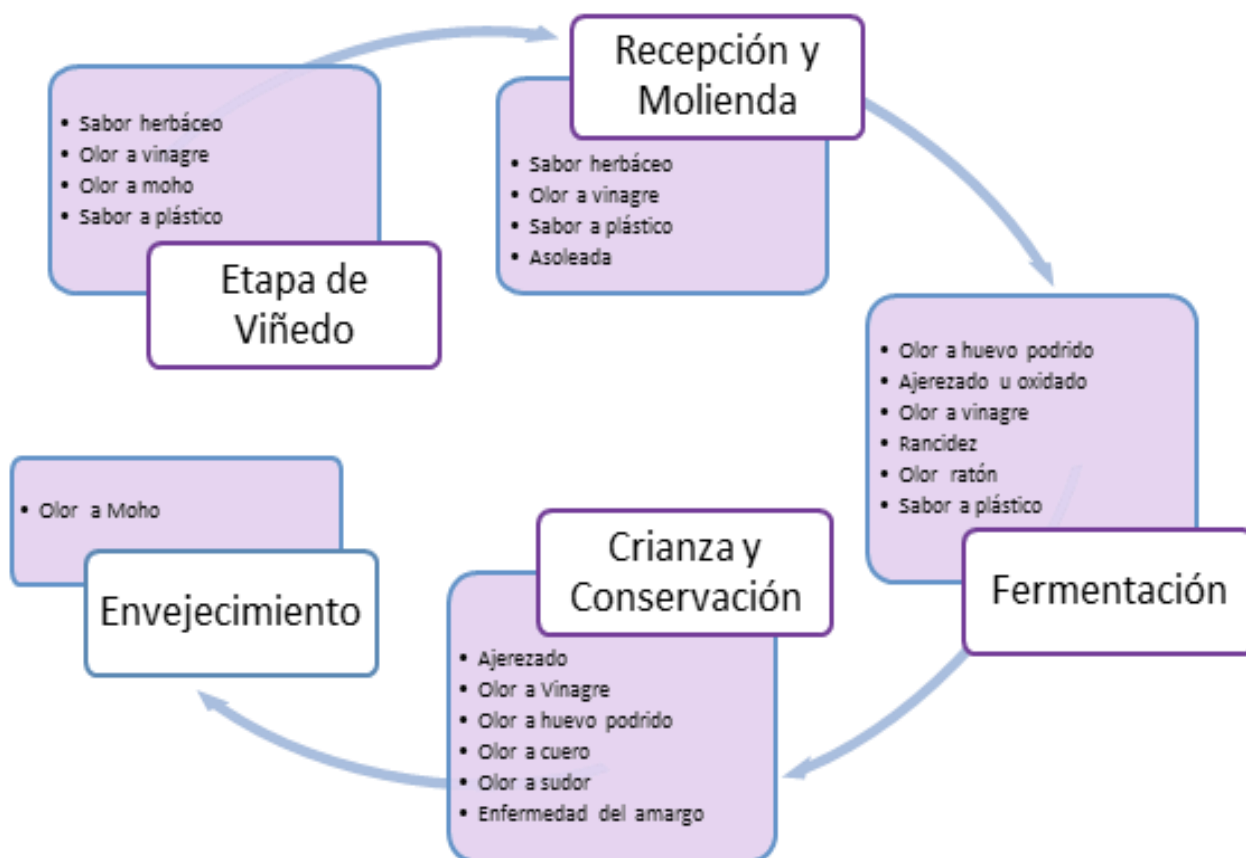


Fuente: Modificado de Alturia y otros, (2008)

En este estudio también se describen los principales defectos presentes en el vino según el orden de ocurrencia durante el proceso de elaboración. Estos defectos se mencionan a continuación:

Figura 8.

Origen de los defectos en el vino durante el proceso de elaboración



Fuente: elaboración propia, en base a datos de Altura y otros, (2008)

Conociendo el origen de los defectos en el vino, es posible implementar medidas preventivas para evitar su aparición. La siguiente tabla enumera los defectos y las prácticas enológicas para su prevención

Tabla 1.*Defectos del vino y prácticas enológicas preventivas*

Defecto	Proceso de Aparición	Prácticas enológicas preventivas
Sabor herbáceo	Viñedo, Recepción y Molienda	Punto óptimo de cosecha, Regulación de procesos de despabilado y molido
Olor a Vinagre	Viñedo, Recepción y Molienda, Fermentación, Crianza	Mayor dosificación de anhídrido sulfuroso
Olor a Moho	Viñedo, Envejecimiento	Limpieza de recipientes y carpas de cosecha, limpieza y desinfección de barricas y control de corchos
Sabor a plástico	Viñedo, Recepción y Molienda, Fermentación	Planificación de cosecha, actividades de molienda, limpieza de recipientes
Asoleada	Recepción y Molienda,	Planificar labores de molienda, uso de media sombra
Olor a huevo podrido	Fermentación, Crianza	Agregado de nutrientes, control de temperatura, Monitoreo de la fase, microoxigenación controlada, separación oportuna de trasiegos
Ajerezado	Fermentación, Crianza	Monitoreo de las dosis de anhídrido sulfuroso, evitar oxigenación excesiva
Rancidez	Fermentación	Control de la acidez volátil
Olor a ratón	Fermentación	Control de la acidez volátil
Olor a cuero	Crianza	Desechar barricas en mal estado, vapor en las maderas

Olor a sudor	Crianza	Desechar barricas en mal estado, vapor en las maderas, mantenimiento de las piletas
Enfermedad del amargo	Crianza	Corrección de acidez y pH, control de temperatura de conservación, limpieza, filtración

Fuente: elaboración propia en base a Alturia y otros, (2008)

Teniendo en cuenta lo anterior, autores como Capaldi, (2019), destacan los factores y procesos de mayor importancia para garantizar la calidad del vino, siendo estos:

- Acidez del mosto
- Microflora inicial presente en el mosto
- Levadura empleada durante el proceso fermentativo
- Contenido de azúcares reductores durante la fermentación ácida
- Parámetros de color durante la fermentación maloláctica (polifenoles, antocianos e intensidad colorante)
- Temperatura ambiente

4.3.- Componentes de la calidad del vino

Estudios llevados a cabo por Serra, (2024), mencionan la necesidad de integración equilibrada de un conjunto de aspectos sensoriales que pueden ser clasificados según Villamor y Ross, (2013) como volátiles y no volátiles.

A continuación, se describe la importancia de estos aspectos en la calidad del vino:

- Taninos: se trata de compuestos poli fenólicos presentes en la piel, semillas y tallos de la Vid, además de aparecer en la madera de roble empleadas en algunas barricas (Castaldo, y otros, 2019).

Los taninos son sustancias antioxidantes encargadas de definir el color del vino, garantizar el adecuado desarrollo de su etapa de envejecimiento y darle sensación de astringencia y amargura (Lachman y otros, 2009). Estas sustancias presentan mayor abundancia en las variedades tintas, debido a la inclusión del hollejo y las semillas e su proceso de elaboración (Serra, 2024).

Los taninos de uva son compuestos naturales presentes en el vino, sin embargo, existen algunos casos en los que se usan taninos sintéticos para corregir características de astringencia del producto (Serra, 2024).

Desde el punto de vista de calidad, el papel de estos compuestos es determinante para definir factores como el grado de astringencia, aromatización, así como la intensidad del sabor y el cuerpo del vino, siendo de mejor calidad los vinos cuyos taninos le aportan características de suavidad y sedocidad, siendo de gran importancia la cosecha de uvas maduras para garantizar estas características en el vino (Serra, 2024).

- Aromas y Alcohol: Dentro de las características de mayor importancia para definir la calidad de un vino se encuentran sus aromas, descritos como un conjunto de de olores percibidos, refinados e identificados (Ferreira, De la Fuente, & Sáenz, 2021).

Desde el punto de vista enológico, es posible diferenciar un conjunto de aromas primarios, secundarios y terciarios. Los aromas primarios son característicos de las variedades de Vid y su expresión depende del clima,

el tipo de suelo y el grado de maduración de la uva, los secundarios dependen de la levadura empleada durante el proceso de fermentación y los terciarios se producen durante el proceso de envejecimiento y depende de la madera empleada en las barricas (Pereira, y otros, 2020)

La complejidad de los aromas depende de la concentración de alcohol presente en el vino, reportándose aromas frutales cuando esta concentración se encuentra por debajo de los 300 mg/L y aromas picantes y poco agradables cuando los valores de alcohol superan los 400 mg/L (Perestrelo y otros, 2020).

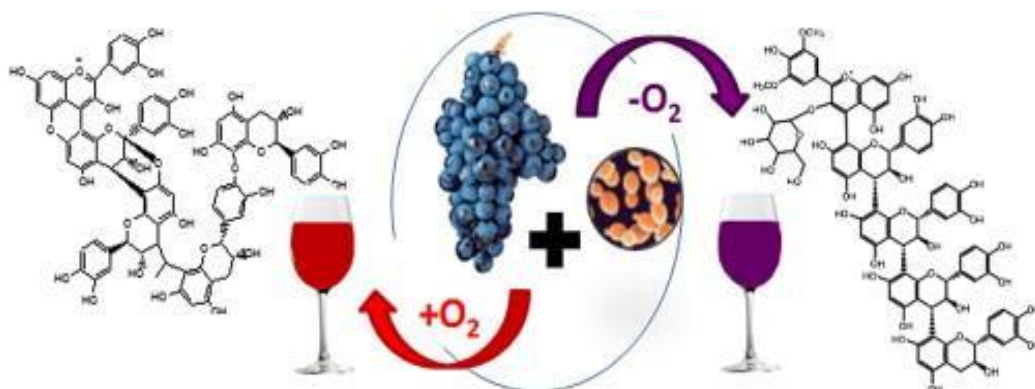
- Color: La definición y estabilización del color depende de diversos factores entre los que destacan la levadura empleada durante el proceso de vinificación, el contenido de taninos, el nivel de madurez del fruto y la oxigenación del vino (Pereira, y otros, 2020).

En este sentido, la cosecha anticipada de la uva disminuye la intensidad del color en el vino, por lo que es necesario garantizar una maduración óptima para favorecer el desarrollo de los azúcares en el fruto (Jordão y otros, 2015). Así mismo, el control del tiempo y calidad del oxígeno durante la fermentación, permite definir el color del producto final (Mc Rae, y otros, 2015).

En la siguiente figura se describe el efecto de los diferentes factores involucrados en la expresión del color en el vino

Figura 9.

Factores que afectan la expresión de color durante el proceso de elaboración de vino.



Fuente: (Mc Rae, y otros, 2015).

La intensidad colorante, junto con la transparencia, son las características que definen la calidad enológica en los vinos tintos, siendo una mezcla de compuestos poli fenólicos, los responsables de su coloración rojiza, por presentar en su composición, taninos y antocianinas (Casassa, y otros, 2007). Los compuestos fenólicos de mayor importancia para determinar la calidad y autenticidad de los vinos son: los ácidos fenólicos, los flavonoides, los taninos y los estilbenos

Dentro de los flavonoides, las antocianinas constituyen uno de los marcadores químicos más frecuentemente empleados (Merkytė y otros, 2020), debido a que se reporta que, su concentración en vinos tintos oscila entre 0,3 – 1,2 g/L, siendo la malvidina-3-glucósido, la antocianina de mayor abundancia y estabilidad en los frutos de la Vid (Vidal y otros, 2004; Merkytė y otros, 2020), encontrándose evidencias que indican que, cada variedad de uva presenta un patrón típico de antocianinas (Berente y otros, 2000). La siguiente tabla (Tabla 2) describe los nombres y

sustituyentes de las antocianinas y un esquema que define la estructura química de estos compuestos, a los fines de complementar la información.

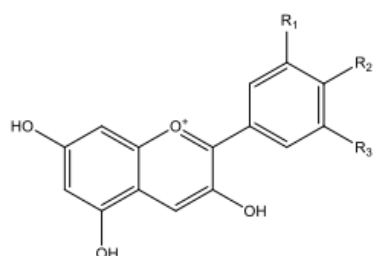
Tabla 2. Nombres y sustituyentes de las antocianinas

Antocianina	R1	R2	R3	λ máxima (nm)
Pelargonidina	H	OH	H	494 (naranja)
Cianidina	OH	OH	H	506 (naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	OH	508 (azul-rojo)
Peonidina	OCH ₃	OH	H	506 (naranja-rojo)
Petunidina	OCH ₃	OH	OH	508 (azul-rojo)
Malvidina	OCH ₃	OH	OCH ₃	510 (azul-rojo)

Fuente: Reyes, (2020)

Figura 10.

Estructura química de las antocianinas



Fuente: Reyes, (2020)

Para la determinación de valores de materia colorante en vinos se estudian 3 parámetros: la intensidad colorante, el matiz y los polifenoles totales

4.4.- Características del Vino Malbec

Según datos de Rodríguez y otros, (1999), se trata de un cepaje con poca plasticidad, con una alta exigencia en condiciones ecológicas y manejo del viñedo, siendo incapaz de reproducir sus bondades enológicas en todas las regiones, requiriendo, desde el punto de vista climático, una buena amplitud térmica con noches frescas, siendo más sensible que el Cabernet Sauvignon al aumento de las temperaturas nocturnas.

En este orden de ideas, los valores ideales de las temperaturas diurnas no deberían superar una media máxima de 30 °C durante los meses de maduración de la uva, debido a su efecto negativo sobre la intensidad de la coloración y los polifenoles totales.

El manejo de la variedad durante el invierno hace necesaria una adecuada parada del crecimiento de los brotes al momento del invierno, para favorecer la maduración del hollejo y la semilla, evitando con ello, la presencia de aromas vegetales, la falta de color y la expresión de taninos astringentes (Rodríguez y otros, 1999).

Desde el punto de vista organoléptico, la variedad se caracteriza por presentar un color intenso con matices violáceos, siendo los descriptores aromáticos más citados: ciruela, frutos rojos y anís, presentándose notas herbáceas que aportan gustos amargos, en caso de emplearse uvas provenientes de cepajes desequilibrados (Rodríguez y otros, 1999).

El Malbec puede emplearse en la elaboración de vinos rosados, para aprovechar su carácter frutal, destacándose en la boca por sus taninos suaves que le aportan un sabor ligeramente dulce. Así mismo, el vino producido a partir

de esta variedad envejece muy bien y sus características se ven beneficiadas con la crianza en barricas (Rodríguez y otros, 1999).

Las normas propuestas por (Rodríguez y otros, 1999), para elaborar vino tinto a partir de la variedad Malbec son: un manejo adecuado del viñedo, teniendo en cuenta las características del vino varietal, determinación de la fecha de vendimia en base a la madurez del fruto (uva), el tiempo de maceración, así como tiempo de crianza en barrica y en botella.

Capítulo V

Metodología, Métodos y Diseño de la Investigación

Área de estudio

El área en la que se desarrolló el presente estudio está ubicada dentro de un cuadrante de la población de Gualtallary, Tupungato, provincia de Mendoza, a una altitud de 1196 msnm, dentro de las coordenadas geográficas 33°26'45,30" Latitud Sur y 69°13'32,26" Longitud Oeste.

Figura 11.

Ubicación geográfica de la empresa



Fuente: [googlemaps.com](https://www.google.com/maps)

Características edafoclimáticas del área evaluada

Clima

Las características climáticas registradas para el área de estudio durante el año de inicio del presente estudio se describen a continuación:

- Altitud: Entre 1080 y 1280 msnm
- Temperatura mínima: -8 °C
- Temperatura máxima promedio: 18.9 °C

- Temperatura de Rocío: Entre -2,72 y 4,66°C
- Velocidad del Viento: 7,35 m/s
- Precipitación acumulada: 219,73 mm
- Rendimiento por Hectárea: entre 8000-10000 kg/ha.
- Sistema de Conducción: Guyot Doble.

Prácticas agronómicas aplicadas sobre el cultivo de Vid evaluado durante los últimos años

- Migración de cultivo a zonas más altas, llevada a cabo a los fines de evaluar el comportamiento de diferentes variedades de cosecha temprana de Vid en espacios geográficos con una altitud superior a los 1200 msnm. Se establecieron parcelas con algunas variedades blancas, además de Merlot, Pinot Noir y Malbec, cuyo desarrollo se produjo de manera satisfactoria debido principalmente al aumento de las temperaturas sobre el día, evidenciándose, además, una adecuada maduración de los frutos (Rutini, 2024).

- Uso de maya antigranizo, para proteger las plantas y limitar la práctica de raleo o deshoje, al menos en el área evaluada sin que la maduración se vea afectada. Otro beneficio del uso de esta malla es la protección de los granos de uva de los rayos del sol (las uvas que no tienen malla antigranizo terminan siendo quemadas por el sol) (Rutini, 2024).

- Incremento en la y el volumen de riego frecuencia de riego, teniendo en cuenta el aumento en las temperaturas durante el día. Todo esto para evitar problemas de estrés. Estos datos se están cuantificando, para establecer una lámina de riego adecuada (Rutini, 20204).

- Desarrollo de labores de poda anticipadas, considerando la tendencia al aumento de las temperaturas y su efecto sobre el ciclo de la Vid (la brotación se adelanta), la poda de invierno, también se desarrolla anticipadamente, para evitar daños en las yemas (Rutini, 2024).
- Cosecha en horas con temperatura más bajas, para evitar el daño en los frutos

Variables por evaluar

Para determinar el efecto de las variables climáticas sobre las características del vino Malbec producido en el área seleccionada de Gualtallary, se considerarán cuatro tipos de variables:

Variables climáticas

Las variables de tipo climático se determinaron a partir de la información suministrada por una estación meteorológica local. Las variables analizadas durante el desarrollo del presente estudio fueron:

- Temperatura
- Precipitaciones
- Caracterización Bioclimática

Llevada a cabo a partir de los índices de Winkler, Huglin y Tonieto, en base a las siguientes fórmulas:

_Índice Heliotérmico de Huglin

$$IH = \sum_{1 \text{ de octubre}}^{31 \text{ de marzo}} \left[\frac{T_{max \text{ diaria}} - T_{med}}{2} - 10^{\circ}C \right] * k$$

En donde:

T med = temperatura media del aire (° C),

T Max = temperatura máxima del aire (° C)

k = coeficiente según latitud (Su valor para las distintas regiones de la provincia de Mendoza es igual a 1, considerando que sus latitudes se encuentran por debajo de los 40°.)

Los resultados de este índice se analizarán teniendo en cuenta los valores de la siguiente tabla:

Clase de clima	Sigla	Intervalo de clase
Muy fresco	IH ₁	>1500
Fresco	IH ₂	>1500 d>>1800
Templado	IH ₃	>1800 d>>2100
Templado cálido	IH ₄	>2100 d>>2400
Cálido	IH ₅	>2400 d>>3000
Muy cálido	IH ₆	>3000

Fuente: Tonietto, (1999)

_Tonietto (índice de frío)

$$IF = T_{med\ marzo}$$

En este caso, se consideró que:

IF = temperatura mínima media del aire durante el mes de marzo

La interpretación de este índice se aprecia en la siguiente tabla:

Clase de clima	Sigla	Intervalo de clase
De noches cálidas	IF ₁	≥18
De noches templadas	IF ₂	≥14≤17,9
De noches frescas	IF ₃	≥12≤13,9
De noches muy frescas	IF ₄	≤11,9

Fuente: Tonietto, (1999)

_Winkler

$$IW = \sum_{1\ de\ octubre}^{30\ de\ abril} (T_{med\ mes} - 10^{\circ}C)D_{mes}$$

En donde:

T med_{mes} = temperatura media del aire por cada mes (° C),

D_{mes} = días del mes

Los resultados de este índice se analizarán teniendo en cuenta los valores de la siguiente tabla:

Región	ITE
I	< 1.371,8°
II	1.371,8°-1.649,6°
III	1.649,6° – 1.926,8°
IV	1.926,8° – 2.204,0°
V	>2.204,0°

Fuente: Almendro, (2012)

- Humedad Relativa
- Velocidad del viento

Variables asociadas a los indicadores de cosecha

Antes del procesamiento para la obtención del vino Malbec, la materia prima (uvas), son caracterizadas para determinar óptima de la fecha de la vendimia. Las variables consideradas durante esta fase están asociadas con los indicadores de madurez fisiológica del cultivo. Las variables consideradas son:

- ° Brix
- Acidez Total
- pH
- Azúcar
- Degustación

Variables de calidad del producto final

A los fines de verificar el manejo adecuado de las variables no controladas durante las fases de manejo del viñedo, recepción y elaboración del vino, se determinaron las variables descriptas a continuación:

- pH

- Acidez total
- °Brix
- % de Alcohol
- Materia colorante, descrita a partir de 3 parámetros:
 - a) Fenoles totales: siguiendo la técnica del Índice de Polifenoles Totales (IPT), considerando la medida de la absorbancia a una longitud de onda 280 nm por espectrofotometría (espectrofotómetro Beckman serie U), para emplearla en la siguiente ecuación:

$$IPT = A_{280} - 4$$

- b) Intensidad colorante: determinado a partir de valores de absorbancia del vino obtenido durante cada año evaluado. La evaluación se llevó a cabo a partir de muestras diluidas de vino a las siguientes absorbancias: 420, 520 y 620 nm. El valor de la intensidad colorante obtenido fue calculado a partir de la siguiente suma:

$$Intensidad = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

- c) Matiz: teniendo en cuenta los valores de absorbancia antes descritos, y que, el matiz es la relación entre la absorbancia a 420 nm y a 520 nm multiplicada por el factor de corrección 100. La fórmula para su determinación quedaría de la siguiente manera:

$$Matiz = \frac{A_{420}}{A_{520}} * 100$$

CAPITULO VI

Resultados y Discusión

Evolución climática en el área de estudio durante el período 2020-2024

Teniendo en cuenta el efecto de los factores climáticos sobre la maduración del grano de uva, la producción de antocianos y el pH, este estudio considera los valores registrados durante el período de estudio. Los resultados se describen a continuación:

- Suelos

Se trata de suelos con horizontes muy diversos debido a su origen aluvial, con texturas franco-arenosas a arenosas formando en mayor o en menor medida conglomerados con piedras pequeñas, medianas o canto rodado.

El área específica sobre la que se encuentra establecida la variedad en estudio (Malbec), presenta una primera capa franco – arenosa, luego conglomerado de piedras en texturas franco – arenosas, arenosas y francas con presencia de suelo calcáreo. La siguiente imagen ilustra el perfil del suelo sobre el cual se desarrolla la variedad Malbec

Figura 12.

Perfil de suelo de cultivado con la variedad Malbec



Fuente: Rutini Wines, (2024)

Como se aprecia en la Figura 10, el área establecida con la variedad Malbec presenta un suelo altamente mezclado, en el que se observan perfiles con horizontes muy diversos, encontrándose en muchos casos con 4 o 6 horizontes diferentes en una sola calicata, hallándose generalmente una primera capa franco arenosa poco profunda (de 20 a 40 cm) y luego conglomerados formados por piedras pequeñas, medianas y grandes mezcladas con diferentes texturas desde francas a gravilla. También se observaron horizontes con presencia de calcáreo a varias profundidades.

- Temperatura

El comportamiento de esta variable durante el período estudiado indica un mayor registro en la temperatura promedio durante los años 2020, 2021 y 2023, sin embargo, durante los años 2020 y 2022 se registró una mayor cantidad de horas de calor, con temperaturas superiores a los 25°C (entre 9 y 10 horas en promedio) durante el invierno, lo que ocasionó un adelanto de 1 semana en el período de cosecha.

Así mismo, el desarrollo de bajas temperaturas (heladas) durante el mes de noviembre de 2023, ocasionó una reducción en la producción correspondiente a ese ciclo.

Durante el año 2024 se aprecia un comportamiento normal, para los valores de temperatura observados, teniendo en cuenta, el valor reportado en los registros históricos de la zona (Servicio Meteorológico Nacional, 2022).

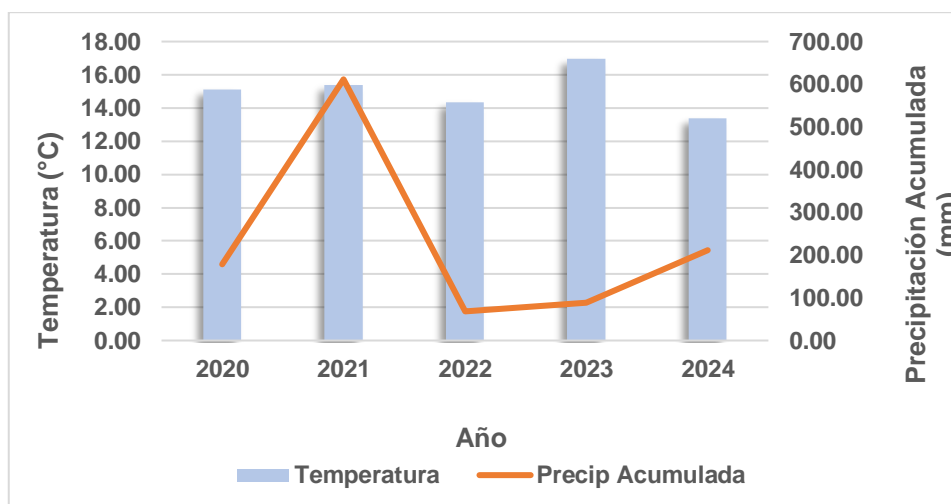
- Precipitaciones

El valor promedio de la precipitación acumulada indica un mayor registro durante el año 2021, con valores superiores a los 611 mm. Observándose el valor más bajo para esta variable durante el año 2022 (68,20 mm).

La figura 10 muestra el comportamiento de las variables temperatura y precipitación acumulada durante el período evaluado

Figura 13.

Evolución de la temperatura y la precipitación acumulada durante el período evaluado



Elaboración propia

- Índices Bioclimáticos

_ Comportamiento del Índice de Huglin y Tonietto durante el período evaluado.

Tabla 3.*Comportamiento de los índices de Huglin y Tonietto*

Temporada Evaluada	Índice de Huglin	Índice de Tonietto	Clasificación
2020-2021	2734,64 (IH ₅)	10,65 (IF ₄)	Cálido, noches muy frescas
2021-2022	3087,50 (IH ₆)	2,71 (IF ₄)	Muy cálido, noches muy frescas
2022-2023	3227,28 (IH ₆)	3,24 (IF ₄)	Muy cálido, noches muy frescas
2023-2024	3178,55 (IH ₆)	4,62 (IF ₄)	Muy cálido, noches muy frescas

Elaboración propia

_Evolución del Índice de Winkler

Tabla 4.*Registros del Índice de Winkler durante el tiempo evaluado*

Temporada Evaluada	ITE	Región
2020-2021	1693,34°	III
2021-2022	1346,54°	I
2022-2023	1744,53°	III
2023-2024	1547,71°	II

Elaboración propia

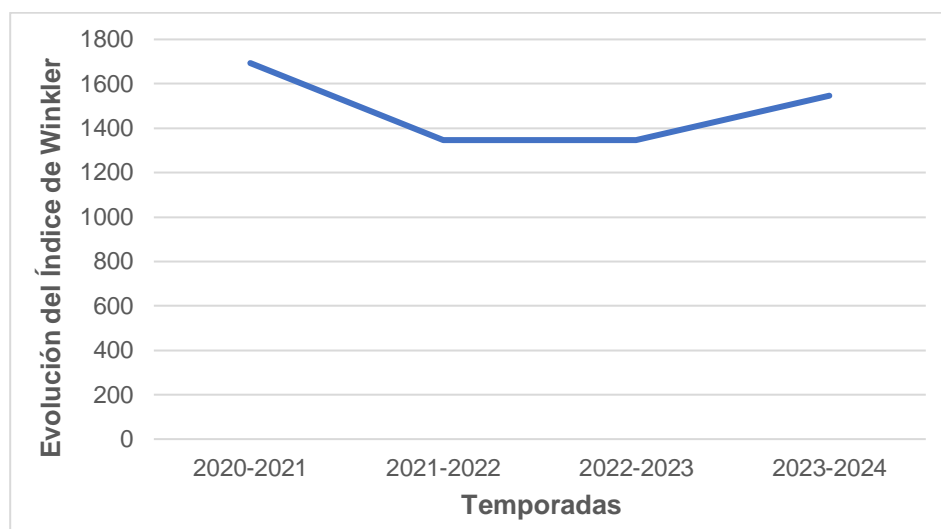
Como puede apreciarse en los valores reportados por los índices bioclimáticos, la región evaluada reporta temperaturas diurnas que van desde cálidas a muy cálidas, sin embargo, la temperatura nocturna mantiene valores similares, registrando valores asociados a noches frescas.

Estudios similares como el llevado a cabo por González y otros, (2009) reportan que la alta amplitud térmica reportada, favorece la síntesis de metabolitos secundarios, siendo estos, los polifenoles y aromas en el vino.

El comportamiento del índice de Winkler se muestra en el siguiente gráfico

Figura 14.

Evolución del índice de Winkler en la región evaluada

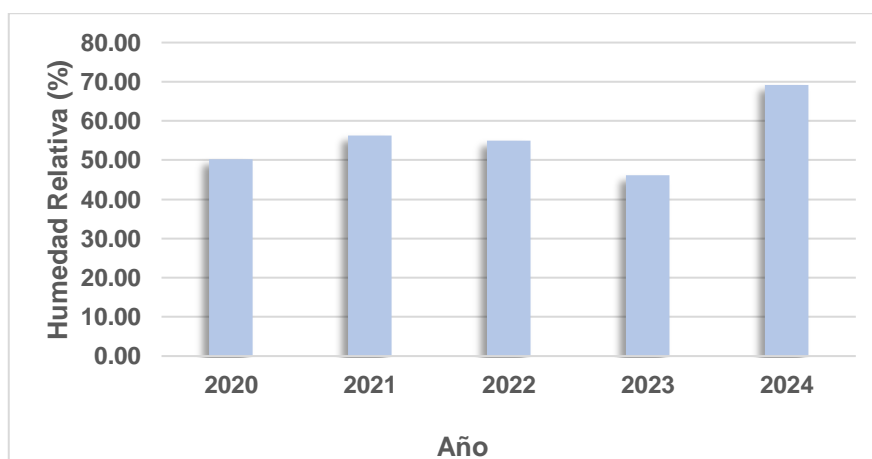


Elaboración propia

- Humedad Relativa

Los registros climatológicos indican un incremento progresivo de la Humedad Relativa (HR) durante el período de tiempo evaluado, excepto durante el año 2023, cuando se aprecia un descenso en los valores de esta variable.

La Figura 11 muestra la evolución temporal de la Humedad relativa durante los 5 años evaluados

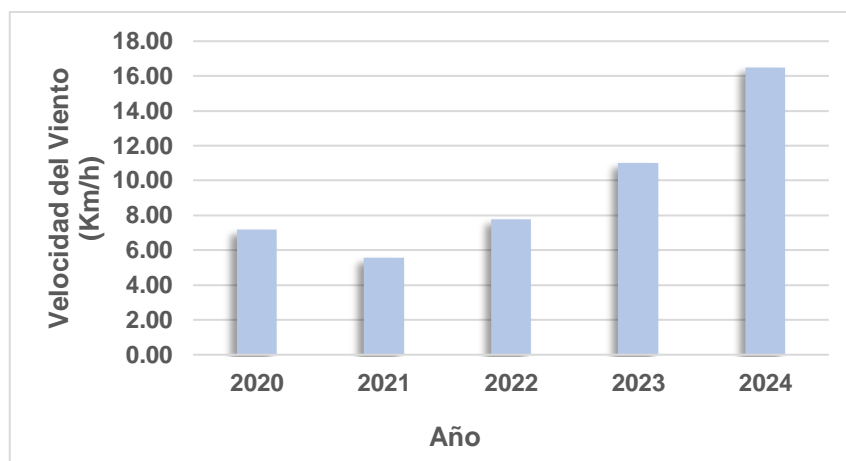
Figura 15. Valores de HR registrados durante el período de estudio

Elaboración propia

- Velocidad del viento

Los valores reportados para esta variable muestran una tendencia al incremento de la velocidad del viento, a partir del año 2021, hasta el 2024.

Figura 16. Evolución de los valores reportados de Velocidad del viento durante el período evaluado



Elaboración propia

Comportamiento de los indicadores de cosecha durante el período evaluado

La madurez fenológica del cultivo se determinó a partir de cuatro variables clave: ° Brix, la acidez total, pH y contenido de azúcar total. Los datos registrados se aprecian en la Tabla 2.

Tabla 5. Índices de madurez fisiológica reportados durante la época en estudio

Año	Fecha de último muestreo	° Brix	Acidez Total (g/l ácido tartárico)	pH	Azúcar (g/l)	% de alcohol Estimado
2020	18-mar	25,2	5,32	3,60	252	14,40
2021	18-mar	22,8	7,4	3,24	224	14,29
2022	22-mar	24,5	6,45	3,39	245	13,71
2023	16-mar	24,9	6,2	3,39	250	14,34
2024	26-mar	24,3	6,02	3,40	230	13,39

Los resultados obtenidos indican un mayor contenido de ° Brix y de azúcar total durante el año 2020, seguido de cerca por los años 2023 y 2022. Los menores valores reportados para estas dos variables se observan durante el año 2024.

El menor contenido de azúcar total apreciado en las uvas se registra durante los años 2021 con datos pluviométricos más elevados (Figura 9).

Así mismo, durante el año 2021, la acidez total alcanzó el valor más alto dentro del período reportado y el menor pH, lo que indica valores de acidez dentro del límite superior del rango normal (5,5-8,5, según datos de Almanza y otros, (2012) y un valor de pH que permite dar estabilidad al característico color rojo de las antocianinas presentes en el vino (Almanza y otros, 2012).

Los valores reportados indican un adelanto en el punto de la madurez fisiológica de aproximadamente una semana durante los años 2020, 2021 y 2023, reportándose a la fecha del último muestreo, un contenido de azúcar por encima de los 220 g/l.

Teniendo en cuenta que la madurez óptima de las uvas está dictaminada por su producción de alcohol potencial, con valores que oscilan entre 13-14 grados de alcohol para las variedades tintas, la determinación del momento óptimo de cosecha fue determinada a partir de la fórmula para el cálculo del alcohol potencial, descrito a continuación:

$$\text{Alcohol Potencial} = \frac{\text{Azúcares totales}}{17,5} * 100$$

Los valores de % de alcohol potencial calculados para cada año evaluados, se aprecian en la Tabla 2.

Es importante destacar que, en este punto, también se consideran los valores de acidez total expresada en g/l de ácido tartárico, cuyo valor no debe ser superior a 5.5, para asegurar la calidad del vino (Almanza y otros, 2012).

Comportamiento de las variables asociadas al producto final durante el período evaluado

Las características de los vinos obtenidos durante los períodos evaluados se resumen en la Tabla 3.

Tabla 6.

Características del vino durante el período evaluado

Año	% Alcohol	Azúcares Reductores g/L	Acidez Total (g/l Ác. tartárico)	pH	Materia Colorante		
					I	M	IPT
2020	14,1	3,7	5,3	3,73	1350	0,63	66,5
2021	14,0	3,5	5,1	3,67	1354	0,66	64
2022	13,6	2,2	5,1	3,53	1361	0,61	64,5
2023	13,8	1,8	5,2	3,52	1375	0,61	64,95
2024	13.5	1.8	5.30	3.58	1366	0.62	65.60

Nota: I: Intensidad; Ma: Matiz; IT: Índice de Polifenoles totales

El análisis conjunto de las variables climáticas, de madurez fisiológica de la uva y las características del vino obtenido durante el período analizado nos indica que:

- El aumento de las temperaturas durante los años 2020 y 2022 ocasionó un adelanto de los ciclos fenológicos en el Malbec cultivado en la zona evaluada, reportándose un adelanto en la maduración fisiológica y por tanto la necesidad de llevar a cabo labores de cosecha anticipada, para garantizar la calidad del vino. Estos datos coinciden con los reportados por García y otros, (2014) y Fraga, y otros, (2015).
- Cuando el aumento de las temperaturas está asociado a bajas precipitaciones, como se aprecia en el reporte de los años 2020, 2022 y

2023, se modifica la composición del grano de uva en cuanto al contenido de azúcar total y el pH, cuyos valores se incrementan, observándose una dilución en el contenido de azúcar total cuando aumenta el valor de las precipitaciones. Este comportamiento indica que la Variedad Malbec se comporta de manera similar a las variedades Merenzao, Garnacha Tinta y Mandón, reportadas por García y otros, (2014).

- Comparando el valor del % de alcohol calculado en las uvas y el obtenido finalmente en el vino con los valores climáticos registrados durante el período en estudio, se aprecia una disminución en los registros del año 2022, coincidiendo con el pico de menor precipitación registrado para la zona evaluada. Estos resultados indican, inconvenientes en la maduración efectiva de los granos de uva, según lo reportado por Van Leewen y Destrac-Irvine, (2017), quienes indican que el pH también se incrementa por cambios en el clima, concordando con los valores obtenidos en el presente estudio.

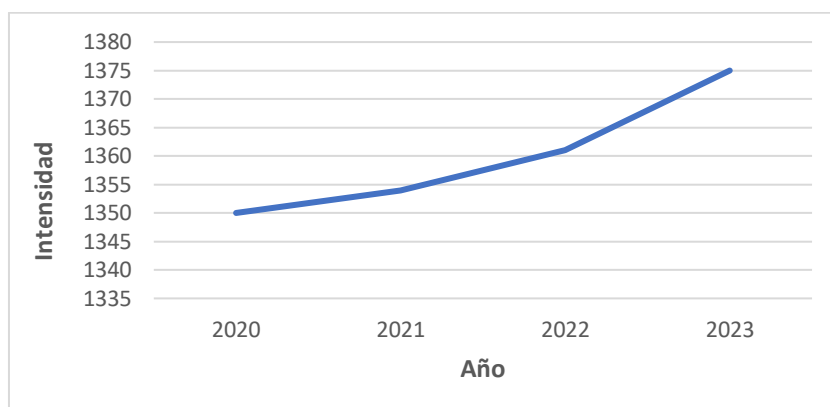
Estudios similares publicados por Picardo y otros, (2021), sobre vinos de las variedades Pinot noir y Tannat, indican que una mayor maduración en las uvas, reporta una mayor concentración a azúcar en el vino, independientemente de las labores de procesamiento.

- Los valores de materia colorante indican una mayor intensidad durante los años 2023 y 2022, de igual manera, asociado al registro de precipitaciones, indica que, la materia colorante puede verse incrementada bajo condiciones de escasas precipitaciones y sobre maduración por excesiva deshidratación.

La siguiente figura (Fig.17) muestra el comportamiento de esta variable.

Figura 17.

Valores de Intensidad colorante del vino durante el período evaluado.

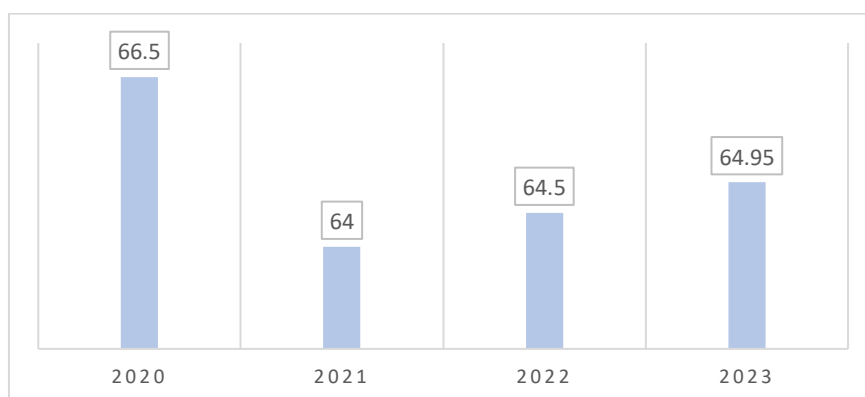


Elaboración propia

Por su parte, el índice de polifenoles totales indica valores similares para los períodos evaluados, apreciándose el valor más alto durante el año 2020. Estos resultados podrían indicar que una mayor amplitud térmica favorece la producción de polifenoles y, por lo tanto, la expresión de colores más intensos. La figura 19 muestra el comportamiento de la variable durante el período evaluado. Para tener una mayor certeza sobre esta conclusión deberíamos hacer un análisis del perfil poli fenólico. En general los resultados obtenidas no denotan diferencias significativas entre cada añada.

Figura 19.

Valores de Índice de polifenoles totales para los años evaluados



Elaboración propia

Además de las variables antes descritas, el producto elaborado fue caracterizado mediante notas de cata, cuyos resultados se describen a continuación:

Tabla 7.

Notas de cata para el Malbec analizado durante el período 2020-2024.

Año	Descripción
2020	Vino de color rojo intenso, con profundos tonos violáceos, en nariz presenta frutas rojas y negras, con una pequeña nota vegetal a romero y regaliz, presenta un poco de grafito, en boca se observa un vino redondo, con buena acidez, muy buena concentración, y presenta notas a frutas maduras, pero más elegantes
2021	Vino de color rojo intenso, con profundos tonos violáceos, en nariz presenta frutas rojas y negras, recordando la mora, y la cereza negra, en boca aparecen notas a flores y fruta fresca, ciruela, mora, fresa, un poco vegetal con toques especiados al final.
2022	Vino de color rojo intenso, con profundos tonos violáceos, en nariz presenta frutas rojas y negras, recordando la mora, y la fresa, en boca se observa un vino redondo, con buena acidez, muy buena concentración, y presenta notas a frutas frescas, mayor frescura en boca y largo, dado a su acidez
2023	Vino de color rojo intenso, con profundos tonos violáceos, en nariz presenta frutas rojas con notas a flores y vegetales frescos, gran volumen en boca y frescura, recordando a las frutas características del varietal, encontrando un poco de ciruela, taninos marcados pero elegantes, buena frescura y vinos fácil de beber
2024	Vino de color rojo intenso, con profundos tonos violáceos, en nariz presenta frutas rojas y negras, con mucha más tendencia a frutas de estación y no al sobre maduro, se encuentra regaliz, hinojo y romero, en boca es largo, con buen cuerpo y concentración de taninos, pero suaves y aterciopelados.

Elaboración propia

Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

Como puede apreciarse en la tabla 7, el Malbec obtenido presenta un color rojo intenso, con profundos tonos violáceos y una mayor expresión de sabores frutales durante los años 2021 a 2023, cuando el índice de polifenoles, el pH y la acidez total registraron valores más bajos.

Teniendo en cuenta lo antes descrito y con una mirada frente al futuro, podríamos recomendar algunos de los siguientes aspectos para contrarrestar los efectos de un cambio climático:

Selección de Varietales

Resistencia a sequías y enfermedades: Optar por variedades de uva con mayor tolerancia a condiciones climáticas extremas y menos susceptibles a plagas y enfermedades que proliferan en ambientes más cálidos y húmedos.

Maduración temprana: Variedades que maduran más temprano en la temporada pueden ayudar a evitar las altas temperaturas del verano y las heladas tardías.

Gestión del agua

Riego eficiente: Implementar sistemas de riego precisos que permitan optimizar el uso del agua, como riego por goteo o microaspersores.

Captación de agua de lluvia: Construir sistemas de almacenamiento de agua de lluvia para su uso en períodos de sequía.

Coberturas vegetales: Utilizar cubiertas vegetales entre las filas de vides para reducir la evaporación del suelo y mantener la humedad.

Manejo del Suelo

Materia orgánica: Aumentar la materia orgánica en el suelo para mejorar su capacidad de retención de agua y nutrientes.

Labores mínimas: Reducir la labranza para proteger la estructura del suelo y evitar la erosión.

Cultivos de cobertura: Rotar cultivos con leguminosas para fijar nitrógeno en el suelo y mejorar su fertilidad.

Protección de Cultivos

Luchas biológicas: Emplear métodos de control biológico de plagas y enfermedades para reducir el uso de productos químicos.

Redes de sombra: Utilizar redes de sombra para proteger las vides de la radiación solar excesiva y las altas temperaturas. Como también las mismas pueden servir para la protección frente al granizo.

Adaptación de las Estructuras

Orientación de las filas: Orientar las filas de vides de manera que reciban la cantidad óptima de luz solar y estén protegidas de los vientos fuertes.

Refugios: Construir refugios o túneles para proteger las vides de las heladas tardías y las granizadas.

Otros aspectos por considerar

Monitoreo climático: Utilizar herramientas tecnológicas para monitorear las condiciones climáticas y tomar decisiones más informadas sobre las prácticas de cultivo. Como radares en zonas rurales.

Investigación y desarrollo: Apoyar la investigación en nuevas variedades, técnicas de cultivo y tecnologías adaptadas al cambio climático.

Colaboración: Fomentar la colaboración entre agricultores, investigadores y gobiernos para compartir conocimientos y experiencias, como también para ofrecer ayudas, soporte y financiaciones para poder aplicar cambios de gran costo en los suelos e instalaciones y de esta manera mejora las condiciones para la Agricultura.

Conclusiones

Luego del análisis de la información registrada durante los 5 años evaluados se puede concluir que:

- El efecto del cambio climático sobre la fenología de la Variedad Malbec cultivada en un cuadrante de la población de Gualtallary-Tupungato, se evidencia una tendencia en el acortamiento del ciclo del cultivo.
- El aumento en las temperaturas asociado a una disminución en el régimen pluviométrico produce mayor concentración de azúcares en las uvas, debido principalmente a la pérdida de agua de los granos. Por consecuencia obtenemos vinos con alcoholes mas altos.
- Aunque no se reportan grandes diferencias en las características del vino producido en un cuadrante de la población de Gualtallary-Tupungato, se considera necesaria la adaptación de prácticas de producción y transformación, para limitar el efecto del cambio climático sobre las características organolépticas del producto final.
- Estos cambios también han llevado a la conclusión de que no es necesario conseguir rendimientos inferiores a 80qq para poder obtener uvas de calidad, si no que con rendimientos superiores también se logran grandes calidades de fruta, teniendo un excelente balance entre azúcar y acidez total.
- La acidez también se ve afectada debida a las altas temperaturas que aceleran la degradación de los ácidos del vino, en consecuencia, obtendremos menor frescura en nuestros vinos, y se asocia menor complejidad en los mismos.

- Los posibles cambios a futuro, requerirán un mayor estudio de las áreas implantadas, para conocer en exactitud las condiciones del mismo y así poder elegir un varietal que se adapte a la perfección a esos climas.

Bibliografía

- Almanza, E., Figueroa, J., Alvarado, M., Herrera, M., & Guzmán, S. (2012). *Caracterización fisicoquímica de vinos tinto Malbec con diferente tiempo de añejamiento*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000700005
- Almanza, P. (2011). *Determinación del crecimiento y desarrollo del fruto de vid (Vitis vinifera L.) bajo condiciones de clima frío tropical*. Tesis de Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7895/797009.2011.pdf?sequence=1>
- Almendro, J. (2012). *Índices climáticos propios de la Vid en el sector central de Tierra de Barros*. Obtenido de <https://www.bing.com/ck/a?!&p=26c82ff21b0be98eJmItdHM9MTcyODk1MDQwMCZpZ3VpZD0wZTI0MjkxMS0yYTNjLTY1MTItM2Y5NC0zODc1MmJlMTY0NmMmaW5zaWQ9NTM2MQ&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=0e242911-2a3c-6512-3f94-38752be1646c&psq=%c3%8dndice+bioclim%c3%a1tico+de+constantine+scu&>
- Alturia, L., Antonioli, E., & Ceresa, A. (2008). *Elaboración de vinos: defectos en el proceso que originan costos de no calidad*. *Revista de facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Cuyo, 60 (1): 1-16*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837642011.pdf>
- Aruani, A. (2012). *Impactos Potenciales del cambio climático e la producción de uvas y vinos del mundo*. Obtenido de <https://observatoriova.com/wp-content/uploads/2012/10/Impactos-Potenciales-del-Cambio-Clim%C3%A1tico.pdf>
- Ballesteros, P. (2018). *La nueva geografía mundial del vino en un escenario de cambio climático*. En: *El sector vitivinícola frente al desafío del cambio climático, Estrategias públicas y privadas de mitigación y adaptación en el mediterráneo*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Raul-Compes-2/publication/337389240_El_sector_vitivinicola_frente_al_desafio_del_cambio_climatico_Estrategias_publicas_y_privadas_de_mitigacion_y_adaptacion_en_el_Mediterraneo/links/5ddbaeda92851c1fedafbf80/El-sector-v
- Barbero, N., Rössler, C., & Canziani, P. (2008). *Cambio climático y viticultura: Variabilidad climática presente y futura y aptitud vitivinícola en 3 localidades de la patagonia*. *Revista Enología, 2 (5): 1-8*. Obtenido de

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37867806/CC_Vid_patagonia-libre.pdf?1433875552=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCambio_Climatico_Y_Viticultura_Variabili.pdf&Expires=1729039173&Signature=YmhKdgPx6ahtH7xZka5xX-HmzD98h9FJo3Zqd2LPeIGnf

Beltrán, G., & Guillamón, J. (2009). *Relación entre el contenido nitrogenado en mosto/uva y la síntesis de aromas: efecto sobre la producción de sulfídrico. En: Memoria del Seminario Técnico de Compuestos azufrados volátiles en vinos: Problemas de reducción y Aromas Varietales.* Obtenido de <https://culturadelvino.org/wp-content/uploads/2009-Compuestos-azufrados-volaticos-en-vinos.pdf>

Benmarco Wines. (2022). *Descriptores del Terruño Gualtallary.* Obtenido de https://www.benmarco.com.ar/media/files/terroir/BM_Fichas_terroirs_-_Gualtallary_1.pdf

Bonfante, A., Monaco, E., Langella, G., Mercogliano, P., Bucchignani, E., Manna, P., & Terribile, F. (mayo de 2018). *A dynamic viticultural zoning to explore the resilience of terroir concept under. Science of The Total Environment, 624: 294-308.* Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.035>

Botanical Journal. (2016). *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV.* Recuperado el 11 de junio de 2024, de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/boj.12385>

Boursiquot, J., Lacombe, T., Laucou, V., Julliard, S., Perrin, F., Lanier, N., . . . This, P. (2009). *Parentage of Merlot and related winegrape cultivars of southwestern France: discovery of the missing link. Australian Journal of Grape and Wine Research (15), 144–155.* Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/j.1755-0238.2008.00041.x>

Bucolo, M. (2020). *Incidencia de la composición nitrogenada y azúcares reductores del mosto sobre los aromas fermentativos de de vinos cv. Malbec en tres zonas vitícolas de Mendoza: (Tesis de grado).* Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Obtenido de https://cvl.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/13987/tesis-brom.-bucolo-mara-de-los-angeles-2019.pdf

Calatrava Wines. (19 de julio de 2021). *¿Cómo afecta el clima al vino?* Obtenido de <https://calatravawine.com/portfolio/como-afecta-el-clima-al-vino/>

Capaldi, C. (2019). *Efecto combinado de cepa de levadura y terroir en vinos Malbec de Mendoza. Tesis para optar a grado de Licenciatura de Bromatología. Mendoza. Universidad Nacional de Cuyo.* Obtenido de <https://bdigital.uncu.edu.ar/14156>.

- Carrascosa, A., Muñoz, R., & González García, R. (2005). *Microbiología del vino*. . AMV Ediciones. 400 pp.
- Castaldo, L., Narváez, A., Izzo, L., Graziani, G., Gaspari, A., Di Minno, G., & Ritieni, A. (2019). *Red Wine Consumption and Cardiovascular Health. Molecules*, 24 (19): 3626. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/molecules24193626>
- Cepa Bosquet. (2024). *Proceso de elaboración de vino tinto*. Obtenido de <https://cepabosquet.es/elaboracion/>
- Cohen, S., Tarara, J., & Kennedy, J. (julio de 2008). *Assessing the impact of temperature on grape phenolic metabolism. Analytica Chimica Acta*, 621 (1): 57-67. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.aca.2007.11.029>
- Coletto, J., Bartolomé, T., & Velázquez, R. (2018). *Historia de las Plantas (V): La Vid y el vino, la Protohistoria, la edad antigua y la viticultura ante el cambio climático*. Recuperado el 10 de junio de 2024, de <https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/eia/archivos/iag/2018/2018-11-historias-de-plantas-v-la-vid-y-el-vino-1a.pdf>
- Conde, A., Pimentel, D., Neves, A., Dinis, L., Bernardo, S., Correia, C., . . . Moutinho-Pereira, J. (agosto de 2016). *Kaolin foliar application has a stimulatory effect on phenylpropanoid and flavonoid pathways in Grape berries. Frontiers in Plant Science*, 7: 1150. Obtenido de <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01150>
- Cortiñas, J. (2019). *Producción de Variedades Preferentes de las D.O.Ribeiro y Ribeira Sacra*. Recuperado el 11 de junio de 2024
- Coultier, A., Henschke, P., Simos, C., & Pretorius, I. (2008). *When the heat is on Yeast fermentation runs out of puff. Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 23: 26–30. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/285869868_When_the_heat_is_on_yeast_fermentation_runs_out_of_puff
- De Borbón, L., Mercado, L., & López, M. (2008). *Influencia del clima en bayas y mostos de las variedades Bonarda y Syrah, Mendoza (Argentina)*. Obtenido de https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/2730/mercadoagrarias2-08.pdf
- de Oduña, R. (agosto de 2010). *Climate change associated effects on grape and wine quality production. Food Research International*, 43 (7): 1844-1855. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.001>
- Dominguez, E. (2016). *El Génesis de la Vid*. Recuperado el 12 de junio de 2024, de <https://www.campusdelvino.com/blog/item/102-origen-vid>
- Egunez, A. (2015). *Efecto del cambio climático sobre la producción y calidad de las bayas de variedades de vid (Vitis vinifera L.), Tempranillo blanco y tinto. Trabajo de Fin de grado. Universidad de Navarra*. Obtenido de

<https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/39683/2/Egunez%20Zalakain%20Alexandra.pdf>

- Egunez-Zalakain, A. (2015). *Efecto del cambio climático sobre la producción y calidad de las bayas de dos variedades de vid (Vitis vinifera L.), Tempranillo blanco y tinto. TFG Grado de Biología. Universidad de Navarra*. . Obtenido de <https://hdl.handle.net/10171/39683>
- Ferreira, V., De la Fuente, A., & Sáenz, M. (2021). *A New Classification of Perceptual Interactions between Odorants to Interpret Complex Aroma Systems. Application to Model Wine Aroma. Foods*, 10 (7): 1627. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/foods10071627>
- Fraga, H., Costa, R., Moutinho-Pereira, J., Correia, C., Dinis, L., Gonçalves, I., . . . Santos, J. (2015). *Modeling phenology, water status, and yield components of three portuguese grapevines using the STICS crop model. American Journal Of Enology and Viticulture*, 66: 482-491. Obtenido de <https://www.ajevonline.org/content/66/4/482>
- Fraga, H., Malheiro, A., Moutinho-Pereira, J., & Santos, J. (2013). *An overview of climate change impacts on European viticulture. Food and Energy Security* 1:94-110. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/fes3.14>
- García, J., Balda, B., Sancha, J., & Martínez de Toda, F. (2014). *Un nuevo enfoque sobre la adaptación de las variedades al cambio climático: el desacoplamiento entre antocianos y azúcares de la uva*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Garcia-Jesus/publication/278673492_Un_nuevo_enfoque_sobre_la_adaptacion_de_las_variedades_al_cambio_climatico_el_desacoplamiento_entre_antocianos_y_azucare_de_la_uva/links/55829d0d08ae12bde6e4d09a/Un-nuevo-enfoque-sob
- Goldin, C. (2004). *Secretos del Malbec argentino. 200 pp.* Buenos Aires: Carlos Goldin.
- González, G., Nazralla, J., Beltrán, M., Navarro, A., & De Brorbón, L. (2009). *Caracterización de uvas para vinificar en diferentes regiones de Mendoza (Argentina). Revista FCA UNCuyo, Tomo XLI N° 1: 165-175*. Obtenido de <https://bdigital.uncu.edu.ar/3145>
- González, T. (2021). *Sinopsis botánica del Orden Vitales. Familia Vitáceas. En especial el género Vitis y la especie V. vinifera L.* Recuperado el 11 de junio de 2024, de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/133402/GONZALEZ%20MIRANDA%20TERESA.pdf?sequence=2>
- Hayes, P. (2018). *Adaptation of viticulture to climate change in Australia. En: El sector vitivinícola frente al desafío del cambio climático. Estrategias públicas y privadas de mitigación y adaptación en el Mediterráneo*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Raul-Compes-2/publication/337389240_El_sector_vitivinicola_frente_al_desafio_del_c

ambio_climatico_Estrategias_publicas_y_privadas_de_mitigacion_y_ada
ptacion_en_el_Mediterraneo/links/5ddbaeda92851c1fedafbf80/EI-sector-
v

- Hernández, M. (2012). *Respuestas al Cambio Climático en la Fenología de plantas y animales desde 1945 hasta 2009 en la Región de Murcia*. Recuperado el 13 de julio de 2024, de http://www.ecorresponsabilidad.es/pdfs/orcc/fenologia_y_cambio_climatico.pdf
- Instituto Nacional de Vitivinicultura . (2021). *Datos relevantes del informe anual de superficie cultivada de vid 2020*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/datos-relevantes-del-informe-anual-de-superficie-cultivada-de-vid-2020-elaborado-por-el-inv#:~:text=Datos%20relevantes%20del%20informe%20anual%20de%20superficie%20cultivada,estos%20cultivos%20es%20mayoritariamente%20p>
- Instituto Nacional de Vitivinicultura. (2019). *Informe de Variedad malbec*. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/malbec_2018.pdf
- IPCC. (2015). : *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza, 157 págs. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- Jordão, A., Vilela, A., & Cosme, F. (2015). *From Sugar of Grape to Alcohol of Wine: Sensorial Impact of Alcohol in Wine. Beverages*, 1 (4): 292-310. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/beverages1040292>
- Lachman, J., Sulc, M., Faitová, K., & Pirec, K. (2009). *Major factors influencing antioxidant contents and antioxidant activity in grapes and wines. International Journal of Wine Research*, 1 (1): 101-121. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.2147/IJWR.S4600>
- Lago-Vanzela, E., Procópio, D., Fontes, E., Ramos, A., Stringheta, P., Da-Silva, R., . . . Herмосín-Gutiérrez, I. (febrero de 2014). *Aging of red wines made from hybrid grape cv. BRS Violeta: effects of accelerated aging conditions on phenolic composition, color and antioxidant activity. Food Research International*, 56: 182-189. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.12.030>
- Leibar, U. (2017). *Influencia del suelo y cambio climático estimado para el periodo 2070-2100 en la variedad Tempranillo en Rioja. Tesis Doctoral. Universidad de Navarra*. Obtenido de <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/29173>

- Leolini, L., Moriondo, M., Romboli, Y., Gardiman, M., Costafreda-Aumedes, S., García de Cortázar-Atauri, I., . . . Brillì, L. (2019). *Modelling sugar and acid content in Sangiovese grapes under future climates*. *Climate Research*, 78 (3): 211-224. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/26926449>
- Longo, M. (2023). *Determinación de zonas a conservar en un campo natural con destino vitivinícola según la provisión de hábitat potencial para artrópodos controladores biológicos en Gualtallary*. Tesis de Grado de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. UNCUYO. . Obtenido de https://ddhh.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/19784/longo-vanesa-tesis-final.pdf
- Martínez, A. (2016). *Cambio climático y sus efectos sobre la calidad del vino*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69102/MART%C3%8DNEZ%20-%20El%20cambio%20clim%C3%A1tico%20y%20sus%20efectos%20sobre%20la%20calidad%20del%20vino.pdf?sequence=4>
- Mc Rae, J., Day, M., Bindon, K., Kassara, S., Schmidt, S., Schulkin, A., . . . Smith, P. (2015). *Effect of early oxygen exposure on red wine colour and tannins*. *Tetrahedron*, 17 (20): 3131-3137. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.tet.2014.08.059>
- Morales-Henríquez, T., Gutiérrez-Gamboa, G., Zheng, W., & Martínez de Toda, F. (junio de 2022). *Principios para el establecimiento del viñedo y estrategias para retrasar la maduración en climas cálidos*. Obtenido de <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2022.5580>
- Mori, K., Goto-Yamamoto, N., Kitayama, M., & Hashizume, K. (2007). *Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature*. *Journal of Experimental Botany*, 58 (8): 1935–1945. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/jxb/erm055>
- Mosedale, J., Abernethy, K., Smath, R., Wilson, R., & Maclean, I. (2016). *Climate change impacts and adaptive strategies: lessons from the grapevine*. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/gcb.13406>
- Neethling, E., Barbeau, G., Coulon-Leroy, C., & Quenol, H. (octubre de 2019). *Spatial complexity and temporal dynamics in viticulture: A review of climate-driven scales*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 276-277. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107618>
- Neethling, E., Petitjean, T., Quéno, H., & Barbeau, G. (2017). *Assessing local climate vulnerability and winegrowers' adaptive processes in the context of climate change*. En: *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 22: . Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-015-9698-0>

- OIV. (2019). *Plan Estratégico 2020-2024*. Obtenido de <https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/es-oiv-strategic-plan-2020-2024-contenu.pdf>
- Organización Internacional del Vino. (2022). *Análisis anual del Sector Vitivinícola mundial 2021*. Recuperado el 13 de junio de 2024, de https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_Analisis_anual_del_sector_vitivinicola_mundial_en_2021.pdf#:~:text=En%202021%2C%20el%20tama%C3%B1o%20del%20vi%C3%B1edo%20mundial%20se,mha%29%2C%20Francia%20%28798%20mha%29%20y%20China%20%28783%20mha%29
- Pereira, G., Fraga, M., García-Oliveira, P., Carpena, M., Jiménez-López, C., Lourenço-Lopes, C., . . . Simal-Gandara, J. (2020). *Management of Wine Aroma Compounds: Principal Basis and Future Perspectives*. En: *Vid. IntechOpen*. Obtenido de [10.5772/intechopen.92973](https://doi.org/10.5772/intechopen.92973)
- Perestrelo, R., Luís, C., Gonçalves, C., Castillo, M., & Cámara, J. (2020). *An approach of the Madeira Wine Chemistry*. *Beberages*, 6 (1): 12. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.3390/beverages6010012>
- Persia, M., Fontana, G., & Almendra, S. (2015). *Educando entre el aula y el campo para la transición agroecológica*. Ponencia V Congreso Latinoamericano de Agroecología - SOCLA. Obtenido de <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/55019>
- Picardo, D., Zamora, F., & González-Neves, G. (2021). *Desarrollo y evaluación de alternativas tecnológicas para reducir el contenido de alcohol y el pH de vinos tintos*. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 20: 24-33. Obtenido de <https://doi.org/10.36561/ING.20.4>
- Pszczółkowski, P. (15 de noviembre de 2015). *La Côt o Malbec en Chile y Argentina*. *Revista Iberoamericana de Viticultura, Industria y Ruralidad*. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/4695/469546448005/html/#redalyc_469546448005_ref7
- Recamales, A., Gallo, V., Hernanz, D., González-Miret, M., & Heredia, F. (2011). *Effect of time and storage conditions on major volatile compounds of Zalema White Wine*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1745-4557.2011.00371.x?msocid=0e2429112a3c65123f9438752be1646c>
- Reynier, A. (2005). *Manual de Viticultura (6° Edición)*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., B., D., & Lonvaud, A. (2005). *Handbook of Enology. (2nd ed., Vol. 1)*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/0470010363>

- Rodríguez, J., Matus, M., Catania, C., & Avagnina, S. (1999). *Caracterización ampelográfica de la Variedad Malbec, cultivada en Mendoza (Argentina), según el método de la O.I.V.* Biblioteca Digital UNCUYO. Obtenido de https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/10715/312cap-11.pdf
- Rojas, M., Aldunce, P., Farías, L., González, H., Marquet, P., Muñoz, J., . . . Vicuña, S. (2019). *Evidencia científica y cambio climático en Chile: Resumen para tomadores de decisiones.* Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Obtenido de https://minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/f8/1c/f81cf881-1bb0-40d2-8cc3-d540b3ad3c0e/evidencia_cientifica_y_cambio_climatico_en_chile_resumen.pdf
- Ruiz, J. (2021). *La viticultura de Zonas Áridas.* Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/la-viticultura-de-zonas-aridas>
- Rutini Wines. (2024). *Calicata correspondiente a las zonas cultivadas con Malbec.*
- Sanchoyarto, R. (29 de julio de 2023). *¿Cómo Afecta el Clima a las Uvas y al Vino?* Obtenido de <https://www.aprenderdevino.es/vino-y-clima/>
- Santos, J., Fraga, H., Malheiro, A., & Moutinho-Pereira, J. (abril de 2020). *A Review of the Potential Climate Change Impacts and Adaptation Options for European Viticulture.* *Applied Sciences*, 10 (9): 3092. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/app10093092>
- Serra, A. (2024). *Modelización Económica de los Factores Determinantes de la calidad del vino. Trabajo de Fin de Grado en Administración y Dirección de Empresas.* Alcoy. Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/20677>
- Serra-Stepke, I., & Carey, V. (2010). *Sistema radical de la Vid: Importancia y Principales factores que lo afectan.* Recuperado el 26 de junio de 2024, de <https://scholar.sun.ac.za/server/api/core/bitstreams/58ae051b-d53a-4cfc-86e1-239abdf6da8b/content>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2022). *Estadísticas Históricas 1991-2020.* Obtenido de <https://www.smn.gov.ar/estadisticas>
- Soriano, H. (2020). *Impacto del cambio climático sobre la calidad de la uva de la variedad bobal en la D.O. Utiel-Requena.* Tesis de Máster Universitario en Enología-Màster Universitari en Enologia. Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/157898>
- Sotés, V. (2018). *Impactos y adaptación al cambio climático en España. En: El sector Vitivinícola frente al desafío del cambio climático: Estrategias públicas y privadas de mitigación y adaptación en el Mediterráneo.* Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Raul-Compes-2/publication/337389240_El_sector_vitivinicola_frente_al_desafio_del_c

ambio_climatico_Estrategias_publicas_y_privadas_de_mitigacion_y_adaptacion_en_el_Mediterraneo/links/5ddbaeda92851c1fedafbf80/EI-sector-v

- Tarara, J., Lee, J., Spayd, S., & Scagel, C. (septiembre de 2008). *Berry temperature and solar radiation alter acylation, proportion, and concentration of anthocyanin in merlot grapes*. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59 (3): 235-247. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.5344/ajev.2008.59.3.235>
- Tonietto, J. (1999). *Les macroclimats viticoles mondiaux et 'influence du mesoclimat sur la typicite de la Syrah et du Muscat d'Hamburg dans le sud de la France*. *Thés de Doctorat ENSA Montpellier* 233 pp.
- Urbietta, R. (2024). *Tipicidad fenólica y sensorial del Malbec argentino*. Obtenido de <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2024urvietaroyalexander.pdf>
- Urbietta, R., Jones, G., Buscema, F., Bottini, R., & Fontana, A. (2021). *Urbietta, R., Jones, G., Buscema, F. et al. Terroir and vintage discrimination of Malbec wines based on phenolic composition across multiple sites in Mendoza, Argentina*. *Sci Rep* 11, 2863. Obtenido de <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82306-0>
- Van Leewen, C., & Destrac-Irvine, A. (2017). *Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard*. Obtenido de <https://doi.org/10.20870/oenone.2017.51.2.1647>
- Villa, P. (2018). *Cultivar la vid: historia, difusión, morfología, variedades, poda, injerto y prevención y cura de enfermedades*. De Vecchi.
- Villamor, R., & Ross, C. (2013). *Wine matrix compounds affect perception of wine aromas*. *En: Annual review of food science and technology*, 4: 1-20. Obtenido de <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030212-182707>
- Wein-plus. (2024). *Sistemática de la Vid*. Recuperado el 11 de junio de 2024, de <https://glossaire.wein.plus/sistemica-de-la-vid>
- Zapata, E. (15 de octubre de 2022). *Morfología de la Uva*. Obtenido de <https://laspartesdelcuchillodelchef.blogspot.com/2022/10/la-morfologia-de-la-uva.html>