

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En Latinoamérica, hasta el 2020, Bolivia ocupaba el sexto lugar en producción de uva con 3700 hectáreas (ha). Sin embargo, el vocero de la Asociación Nacional de Productores Vitivinícolas (ANAVIT) y miembro del Comité de Competitividad Cadena Uva Vinos y Singanis, hace hincapié, que, si bien Bolivia ocupa el sexto lugar en hectáreas cultivadas, la capacidad de producción tiene mejor rendimiento, ya que se estima que por hectárea la producción ronda entre (16000 a 17000) kg (El País, 2023).

En Bolivia la producción de vino se ha convertido en uno de los pilares de desarrollo fundamental para el departamento de Tarija, siendo estos conocidos a nivel mundial como los “vinos de altura” y considerados como Patrimonio Cultural del Estado Plurinacional de Bolivia (Decanter, 2016).

La cadena de la uva, el vino y el singani es la cadena más productiva del departamento de Tarija y mueve más de cien millones de dólares al año. Miles de familias viven directa o indirectamente de esta actividad que, además, es el emblema de una región y de su posicionamiento turístico en el país. Varias son las familias que emprenden en la elaboración de vinos artesanales, que a lo largo del tiempo fueron alcanzando niveles de calidad y sabores envidiables en el mundo (El País, 2013).

En Tarija, la actividad vitivinícola está establecida en los municipios de Cercado, Uriondo, San Lorenzo, Padcaya, El Puente, Yunchará, Yacuiba, Villa Montes, Caraparí, que generan tres productos principales, la uva de mesa, vino y el singani (El País, 2023).

En cuanto a la cantidad de hectáreas en producción generadas por pequeños productores y empresas industriales en Tarija, el vocero de la Asociación Nacional de Productores Vitivinícolas (ANAVIT) explica que de las 3700 hectáreas que hay en el departamento, 2960 está en manos de los pequeños productores (3200 familias), lo que representa aproximadamente el 80%, mientras que el restante 20% (740 hectáreas de vid) están en manos de productores industriales (El País, 2023).

Tarija, es una destacada tierra de gustos y sabores, siendo la producción de vinos y singanis una industria creciente en la rama gastronómica, formando un pilar

fundamental en la economía y atractivo turístico, por lo que la calidad de estos productos debe ser la más óptima cumpliendo requisitos que se establecen en la normativa nacional (Revista Alimentaria Boliviana, 2021).

1.2 Justificación

- El presente proyecto de investigación pretende identificar que las concentraciones de anhídrido sulfuroso total en la producción de vinos blancos artesanales cumplan con la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) en el municipio de San Lorenzo y el Valle de la Concepción del departamento de Tarija.
- El Valle Central de Tarija y San Lorenzo son regiones reconocidas por la producción de vinos artesanales, debido a sus condiciones geográficas y climáticas favorables para el cultivo de uvas de alta calidad, constituyéndose un pilar fundamental en la economía y atractivo turístico para la zona, por lo que la calidad de estos productos debe ser la más óptima cumpliendo requisitos que se establecen en la norma NB 322002:2015. Por lo tanto, el realizar una investigación sobre la concentración de anhídrido sulfuroso total en la producción de estos vinos, permitirá evaluar la situación actual de los niveles de anhídrido sulfuroso total presentes.
- El presente proyecto de investigación es de gran importancia para garantizar que el producto final sea seguro para el consumo y que no representen un riesgo para la salud del consumidor, ya que su uso excesivo puede generar efectos negativos en la salud de los consumidores, como dolores de cabeza, náuseas y reacciones alérgicas.
- Los resultados que serán obtenidos en este trabajo de investigación proporcionarán información relevante para los consumidores, educándolos sobre los riesgos del SO_2 y que les permita elegir vinos artesanales de calidad que no solo satisfagan su paladar, sino que también protejan su salud, ya que

tienen derecho a conocer el contenido exacto de SO_2 en los vinos que consumen para tomar decisiones informadas sobre su compra y consumo.

1.3 Objetivos

Los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

1.3.1 Objetivo general

Aplicar el método volumétrico, para determinar la concentración de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales del municipio de San Lorenzo y el Valle de la Concepción, con el fin de identificar si cumplen con la norma NB 322002:2015 "Vinos - Requisitos".

1.3.2 Objetivos específicos

- Recolectar muestras de vinos blancos artesanales del municipio de San Lorenzo y el Valle de la Concepción, para obtener una muestra representativa que refleje las características fisicoquímicas de los vinos blancos artesanales producidos en estas regiones.
- Determinar el análisis fisicoquímico de vinos blancos artesanales con la finalidad de conocer la concentración de anhídrido sulfuroso total, grado alcohólico, pH, acidez total y °Brix.
- Realizar una gráfica de control para evaluar los límites máximos y mínimos de los parámetros fisicoquímicos de anhídrido sulfuroso total, grado alcohólico, pH y acidez total en las muestras de vino blanco artesanal, en base a la norma NB 322002:2015.
- Aplicar diseño experimental en la determinación de anhídrido sulfuroso total, grado alcohólico, pH y acidez total, en vinos blancos artesanales para controlar la variabilidad de las muestras.

1.4 Planteamiento del problema

El anhídrido sulfuroso es una sustancia que en las dosis empleadas se comporta como un antiséptico, además como reductor que protege al vino frente a las oxidaciones. Si bien su uso está regulado por normativas, como la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), con respecto a las concentraciones máximas de anhídrido sulfuroso total, es necesario identificar si estos cumplen con la norma NB 322002:2015 con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria.

La falta de información o conocimiento puede llevar a los productores de vinos artesanales a utilizar los sulfitos de manera inadecuada. Esto incluye exceder las cantidades permitidas, aplicarlos en etapas inapropiadas del proceso de elaboración o utilizar métodos incorrectos de almacenamiento y manipulación. Como resultado, se tendrá un vino con niveles excesivos de sulfitos, lo cual representa un riesgo para la salud de los consumidores, especialmente para aquellos que son sensibles o alérgicos a estos compuestos.

1.5 Objeto de estudio

Aplicación del método volumétrico para la determinación de la concentración de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales.

1.6 Campo de acción

El campo de acción propuesto para el siguiente trabajo de investigación, se detalla a continuación:

➤ **Espacial**

El espacio donde se llevó a cabo el presente trabajo de investigación fue en el municipio de San Lorenzo y localidad del Valle de la Concepción del departamento de Tarija.

➤ **Temporal**

El presente trabajo de investigación, se realizó en las gestiones 2023-2024.

➤ **Institucional**

La institución donde se realizó el presente trabajo de investigación, fue en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo “CEANID”, y Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA); dependientes de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”. Tarija – Bolivia.

1.7 Formulación del problema

¿Cuál será el método a ser aplicado para determinar la concentración de anhídrido sulfuroso total, en vinos blancos artesanales del municipio de San Lorenzo y el Valle de la Concepción, con el fin de identificar si cumplen con la norma NB 322002:2015?

1.8 Hipótesis

La aplicación del método volumétrico, permitirá determinar la concentración de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales del municipio de San Lorenzo y el Valle de la Concepción e identificar si cumplen con la norma NB 322002:2015.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del anhídrido sulfuroso

El anhídrido sulfuroso fue utilizado por primera vez en la elaboración de vino por los romanos, cuando descubrieron que quemar velas de azufre dentro de recipientes de vino vacíos los mantenía frescos y libres de olor a vinagre. En Roma se limpiaba con azufre, bodegas donde se fermentaba el vino para eliminar bacterias y levaduras malas para la elaboración del vino o que infectaran incluso al mosto (Catatú, 2022).

2.2 Definición de anhídrido sulfuroso

El término de anhídrido sulfuroso o sulfitos es genéricamente empleado para designar a un grupo de aditivos químicos que se utilizan como conservantes y antioxidantes, cuya característica común es que son capaces de liberar SO_2 . Se utilizan en la industria alimentaria y farmacéutica como sales sódica y potásica en las formas químicas de sulfitos, bisulfitos y metabisulfitos, así también como dióxido de azufre (Navarro, 1992).

2.3 Tipos de anhídrido sulfuroso en vinos

Existen tres tipos de anhídrido sulfuroso en el vino, los cuales se describen a continuación:

2.3.1 Anhídrido sulfuroso libre

El SO_2 libre se define como la fracción presente en forma gaseosa o inorgánica en el vino, cumple una función antiséptica, antimicrobiana y antioxidante. El SO_2 libre al pH del vino está presente en las formas: ácido sulfúrico (H_2SO_4), gas dióxido de azufre (SO_2) y bisulfito (HSO_3^-). El SO_2 molecular constituye la llamada forma "activa" del SO_2 , responsable de la mayor parte de sus propiedades enológicas, las cuales dependen del pH del vino. De la misma manera, podría ser el causante del sabor y olor desagradable en el vino (García, 2012).

La suma de SO₂ molecular y bisulfito se conoce como SO₂ libre. Es el SO₂ molecular el que ejerce el efecto antimicrobiano. La cantidad relativa de SO₂ molecular respecto a bisulfito en un vino varía con el pH. En el vino existe solo una pequeña fracción de SO₂ libre en forma molecular, por lo general, menos del 5%. Las concentraciones de SO₂ molecular recomendadas oscilan entre (0,5-0,8) mg/L, dependiendo del riesgo de contaminación (Howe et al, 2018).

La protección frente a la oxidación proviene del bisulfito. El bisulfito es la forma más abundante de "SO₂ libre" al pH del vino, y la dosis de SO₂ libre recomendada es de 30 mg/L. Por último, el bisulfito puede formar complejos al reaccionar con otros componentes del vino, como los aldehídos. En los vinos tintos, el bisulfito también puede formar complejos con antocianinas ("SO₂ antocianina"), sobre todo en los vinos tintos jóvenes y con alta concentración de pigmentos (Howe et al, 2018).

2.3.2 Anhídrido sulfuroso combinado

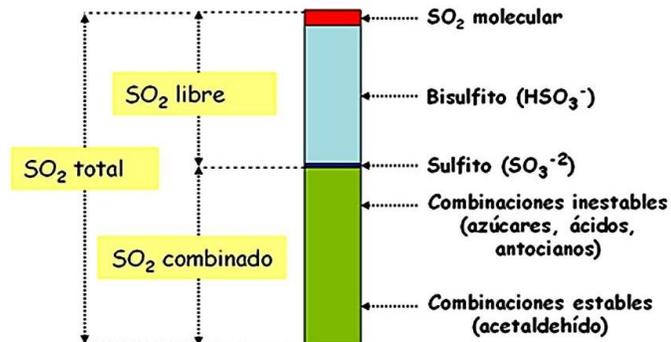
La fracción combinada es aquella que se encuentra unida a las diferentes sustancias orgánicas del vino, denominándose SO₂ total a la suma de ambas fracciones. La mayor parte del SO₂ adicionado al mosto o al vino está combinado con diversos compuestos orgánicos, tales como: azúcares, polisacáridos, polifenoles, etc. La principal unión del SO₂ con estos compuestos, se produce con el acetaldehído (etanal), generándose un compuesto muy estable y por lo tanto irreversible (García, 2012).

El SO₂ combinado es más abundante que el SO₂ libre en el vino. Sin embargo, esta fracción tiene menor relevancia que el SO₂ libre en relación a las propiedades antisépticas y antioxidantes del SO₂ en el vino; a pesar de que su unión con el etanal permite la protección de aromas del vino y hace que el carácter plano del mismo desaparezca (García, 2012).

2.3.3 Anhídrido sulfuroso total

El anhídrido sulfuroso total está constituido por la suma del anhídrido sulfuroso libre y el anhídrido sulfuroso combinado (Zironi et al, 2009, pág. 2). En la figura 2.1, se

ilustra la distribución de las diferentes formas químicas del anhídrido sulfuroso (SO_2) en el vino.



Fuente: Zamora, 2005

Figura 2.1 Diferentes formas químicas del SO_2 en el vino

2.4 Propiedades fisicoquímicas del anhídrido sulfuroso

El dióxido de azufre (SO_2) es un gas incoloro, más pesado que el aire, de olor picante, muy irritante y perceptible desde 1,1 ppm (partes por millón), muy soluble en agua (11,3 g/100 g de agua a 20°C) y soluble en un gran número de compuestos, como alcoholes, ácido acético, ácido sulfúrico, éter etílico, acetona, tolueno, entre otros (INSST, 2014). En la tabla 2.1, se presentan las propiedades fisicoquímicas del anhídrido sulfuroso.

Tabla 2.1

Propiedades fisicoquímicas del anhídrido sulfuroso

Propiedades	Valores
Factor de conversión (20°C y 101,3 kPa)	1 ppm = 2,64 mg/m ³
Peso molecular	64,06 g/mol
Fórmula molecular	SO ₂
Solubilidad	Soluble en agua, alcohol, ácido acético, éter, ácido sulfúrico y cloroformo.
Punto de ebullición	-10°C
Punto crítico:	157,6°C a 7884 kPa
Presión de vapor	225 kPa a 10°C
Densidad de vapor	2,26 veces la del aire

Fuente: INSST, 2014

2.5 Aplicaciones del anhídrido sulfuroso

El anhídrido sulfuroso se usa de manera tradicional como antioxidante y antimicrobiano en gran número de alimentos y en el vino (Pelayo, 2009. Pág. 2).

2.5.1 Aplicación en la industria alimentaria

El dióxido de azufre (SO₂) o sulfitos se utilizan a menudo como conservantes y antioxidantes en la industria alimentaria debido a sus propiedades. El dióxido de azufre se utiliza con especial frecuencia en los frutos secos, los zumos de frutas, las mermeladas, el vino, los platos a base de patatas y el marisco. Inhibe el crecimiento de los cultivos de hongos y bacterias y prolonga así la vida útil de los alimentos. Además, el dióxido de azufre ralentiza el proceso de oxidación de los alimentos en contacto con el oxígeno. Esto puede ralentizar considerablemente la degradación de los colorantes, las vitaminas y los sabores de los alimentos, de modo que se mantienen frescos durante más tiempo. En el caso de los frutos secos, como los albaricoques, por ejemplo, el color amarillo se mantiene durante más tiempo, contrarrestando la coloración marrón de la fruta (Gerhardt, 2018).

Sin embargo, debido al efecto tóxico del dióxido de azufre, su uso en los alimentos no es del todo inocuo. Aunque el consumo de pequeñas cantidades no supone un

problema para la mayoría de las personas, regularmente se producen reacciones de intolerancia, como dolores de cabeza y náuseas. En el peor de los casos, pueden producirse incluso reacciones alérgicas. Por este motivo, existen valores límite, aplicables internacionalmente para el uso del dióxido de azufre (Gerhardt, 2018).

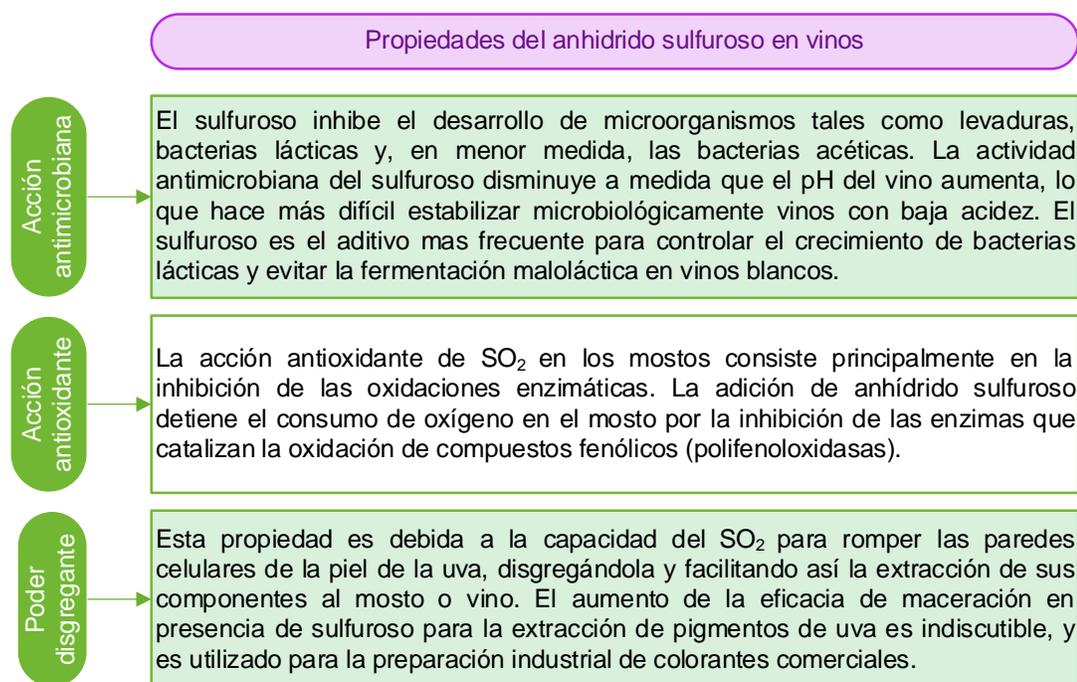
2.5.2 Aplicación en la industria vitivinícola

La utilización del anhídrido sulfuroso en la industria vitivinícola se halla justificada por sus propiedades antisépticas que lo hacen imprescindible en las distintas etapas de elaboración del vino. Su empleo comienza desde la fermentación del mosto de uva porque permite la selección de levaduras, haciendo que sólo actúen las capaces de fermentar normalmente en el sentido deseado habiéndose comprobado que las buenas levaduras vínicas pueden actuar en presencia de anhídrido sulfuroso mientras que las indeseables no. Del anhídrido sulfuroso agregado sólo tiene importancia germicida el que haya al estado libre y no el combinado con aldehídos y azúcares (Isola, 1945).

Su empleo resultaba eficaz en la desinfección de toneles quemando dentro de ellas las llamadas mechas azufradas. Esa fue la forma más antigua de utilizar el anhídrido sulfuroso en vinificación. Actualmente tanto en la fermentación como en los vinos se utiliza al estado líquido principalmente y también como sales sódicas o potásicas, bajo la forma de sulfitos, bisulfitos o meta bisulfitos (Isola, 1945).

2.6 Propiedades del anhídrido sulfuroso en vinos

El anhídrido sulfuroso es considerado hoy en día como un aditivo fundamental en las diferentes etapas de la producción de vino, por su actividad antimicrobiana, antioxidante y su poder disgregante (Zironi et al, 2009). En la figura 2.2, se detallan las propiedades del anhídrido sulfuroso en vinos.



Fuente: Guerrero et al, 2015

Figura 2.2 Propiedades del anhídrido sulfuroso en vinos

2.7 Uso de anhídrido sulfuroso en vinos

El sulfuroso se utiliza en dos momentos:

- 1) En la vendimia al mosto, para seleccionar poblaciones microbiológicas y evitar oxidaciones indeseadas, entre otros (Candia y Paz, 2020).

En la tabla 2.2 se indica las dosis adecuadas de sulfuroso a agregar por cada 1000 kg de molienda, ya sea en solución al 5% o como metabisulfito de potasio (que contiene 50% de sulfuroso), según la calidad de la uva.

Tabla 2.2

Dosificación de anhídrido sulfuroso en vendimia

Caso	Dosis de sulfuroso por cada 1000 kg de molienda	
	Solución al 5% (cc)	Metabisulfito de potasio (g)
Uva tinta sana, 12,5 grados de alcohol potencial	(600 – 700)	(60 – 75)
Uva tinta sana, 14 grados de alcohol potencial	(900 – 1000)	90
Uva blanca sana, 12 grados de alcohol potencial	(700 – 750)	75
Uvas blancas o tintas con pudrición	(600 – 700)	(120 – 130)

Fuente: Candia y Paz, 2020

2) Cuando los vinos están terminados, para su conservación

En vinos terminados, la concentración de sulfuroso molecular debe mantenerse a: 0,5 g/l en vinos tintos secos; 0,8 g/l en vinos blancos secos; 2,0 en vinos dulces. Para lograr los niveles anteriores, el vino debe contener una cierta concentración de sulfuroso libre, que varía según el pH del vino. En la tabla 2.3 a continuación indica la concentración de sulfuroso libre a mantener en un vino para su conservación, de acuerdo a su pH (Candia y Paz, 2020).

Tabla 2.3

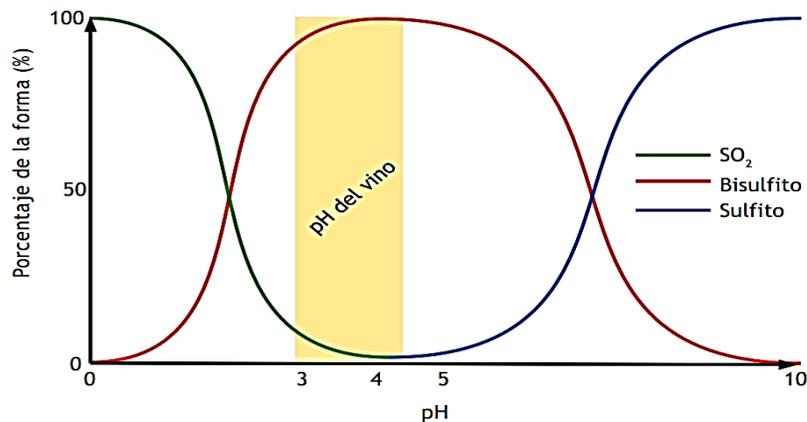
Concentración de sulfuroso libre (mg/l o ppm) para mantener una buena conservación del vino

Tipo de vino	Tinto seco	Blanco seco	Dulce
Meta de sulfuroso molecular	0,5 (g/l)	0,8 (g/l)	2,0 (g/l)
pH			
3,3	16	25	62
3,5	24	39	98
3,7	39	62	155
3,9	62	98	246

Fuente: Candia y Paz, 2020

2.8 Influencia del pH

La concentración de las distintas formas en las que el sulfuroso puede encontrarse en el vino depende del pH del vino y en menor medida de la temperatura. La forma molecular SO_2 , es la forma que posee las propiedades antioxidante y antiséptica, también se encuentra en bajas concentraciones. Cuanto menor sea el pH del vino, mayor será la concentración de la forma activa SO_2 . Es por esta razón que se aconseja añadir el meta bisulfito potásico después de acidificación del mosto o vino. Así el pH del vino será más bajo y favorecerá la aparición de un mayor porcentaje de la forma activa (Guerrero et al, 2015). En la figura 2.3, se muestra el porcentaje de las distintas formas del “sulfuroso” en función del pH del vino.



Fuente: Guerrero et al, 2015

Figura 2.3 Porcentaje de las distintas formas del “sulfuroso” en función del pH del vino

2.9 Influencia de la temperatura

Al aumentar la temperatura, aumenta el anhídrido sulfuroso libre. Esto se debe tener muy en cuenta cuando se llena en caliente ya que esto produce que un aumento de la temperatura, cambia la condición de equilibrio entre anhídrido sulfuroso libre y el sulfuroso combinado. Se debe remarcar que el anhídrido sulfuroso total permanece siempre constante (Guerrero et al, 2015). Por ejemplo:

- A 15 grados centígrados, se tiene un sulfuroso libre de 25 miligramos por litro.
- A 50 grados centígrados, se tiene un sulfuroso libre de 56 miligramos por litro.

- A 55 grados centígrados, se tiene un sulfuroso libre de 64 miligramos por litro.
- A 60 grados centígrados, se tiene un sulfuroso libre de 70 miligramos por litro.

2.10 Daños del anhídrido sulfuroso en la salud

Hay una creciente preocupación por parte de la sociedad por el consumo de alimentos que contienen "sulfitos", entre ellos el vino, debido a los efectos alérgicos que puedan darse en personas sensibles. Esta preocupación se ha traducido en nuevas normativas que restringen su uso y que van encaminadas hacia su disminución e incluso su prohibición. Sin embargo, la prohibición del sulfuroso sin tener actualmente una alternativa supone aumentar el riesgo de contaminación de los alimentos por microorganismos (Guerrero et al, 2015).

Una de las razones más importantes por las que los sulfitos en alimentos deben aparecer en el etiquetado es que pueden causar problemas de salud en personas con sensibilidad a estas sustancias (Guerrero et al, 2015).

Según Tenorio et al, (2014) los principales efectos adversos afectan principalmente a:

- Los individuos asmáticos (5 - 10) %, particularmente niños, son muy sensibles a los sulfitos, desencadenándose los síntomas a los pocos minutos de su ingestión.
- Pueden registrarse reacciones alérgicas adversas como dermatitis, dolor de cabeza, irritación del tracto gastrointestinal, urticarias, exacerbación del asma e incluso shock anafiláctico.
- A personas con un déficit de la enzima sulfito-oxidasa, que interviene en el metabolismo de los sulfitos puede ocasionar lesiones oculares y daño cerebral grave.
- Pérdida del valor nutritivo de los alimentos ricos en Vitamina B1 o tiamina (carne), por la capacidad que tienen los sulfitos para descomponerlo en sus componentes, tiazol y pirimidina.

Distintas entidades, como la Asociación Española de Personas con Alergia a Alimentos, confirman que los sulfitos pueden producir cuadros asmáticos,

anafilácticos y eritema. La Sociedad Australiana de Inmunología Clínica y Alergia, sostiene que el mayor riesgo frente a los sulfitos lo padecen las personas asmáticas, en las que los efectos de los sulfitos sí pueden ser graves (Sánchez, 2018).

Este hecho, ha generado una creciente preocupación por parte de los consumidores por el uso de compuestos químicos como conservantes alimentarios y la demanda de la búsqueda de nuevos aditivos naturales. Estos efectos tienen que ver en cómo el organismo los elimina ya que los considera dañinos o tóxicos, es decir, los metaboliza o transforma en algo atóxico; esto se hace principalmente a nivel hepático (también en riñón, intestino, corazón) y el hígado necesita de enzimas como la sulfito-oxidasa y la acción de un oligoelemento como el molibdeno. Esta enzima (sulfito oxidasa) es la responsable de la eliminación del sulfito producido en el propio organismo durante el metabolismo de los aminoácidos que contienen azufre (Izuriaga, 2014).

2.11 Alternativas al uso del sulfuroso en vinos

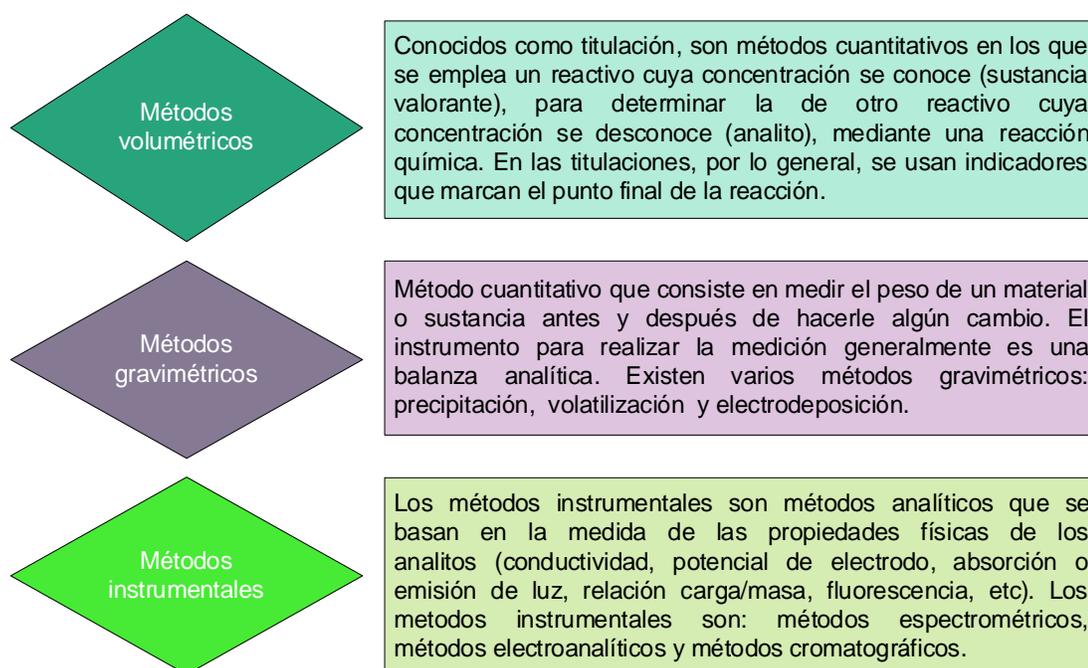
La comunidad investigadora nacional e internacional, entre ellas el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), ha dirigido sus esfuerzos en la búsqueda de alternativas a este conservante del vino. Como resultado, se han propuesto nuevos conservantes y tecnologías innovadoras que por supuesto son inofensivas para la salud, y que pueden reemplazar o reducir la concentración de sulfuroso. Para ello, deben garantizar la estabilidad microbiológica de los vinos, protegerlos contra la oxidación y mantener las características de calidad del producto final. Estas alternativas tienen un futuro prometedor que permite considerarlos como métodos alternativos a la adición de sulfuroso en la elaboración del vino, dando lugar a vinos que reducen el riesgo de aparición de alergias, y son considerados por el consumidor más naturales, más saludables y más sostenibles (Guerrero et al, 2015).

En los últimos años se han propuesto algunas alternativas prometedoras al dióxido de azufre, incluido el glutatión, tanto puro como en forma de levaduras inactivadas, y la levadura *Metschnikowia pulcherrima* utilizada como agente bioprotector. Existe cierta información sobre el efecto protector contra la oxidación del glutatión, pero muy poca sobre el uso de bioprotección para tal fin. La suplementación con glutatión, independientemente de la forma comercial, redujo el consumo de oxígeno y la

intensidad del pardeamiento cuando la lacasa no estaba presente en el jugo de uva. *Metschnikowia pulcherrima* también redujo la intensidad del pardeamiento en ausencia de lacasa, pero aumentó el consumo total de oxígeno. El glutatión, tanto puro como en forma de levaduras inactivadas, y *Metschnikowia pulcherrima* son herramientas interesantes para proteger el mosto contra el oscurecimiento y reducir así el uso de dióxido de azufre (Giménez et al, 2023).

2.12 Química analítica cuantitativa

El análisis cuantitativo se interesa en la determinación de que cantidad de una sustancia en particular está presente en una muestra. La sustancia determinada muchas veces se llama componente deseado o analito, y puede constituir una pequeña o gran parte de la muestra analizada (Day y Underwood, 1989). En la figura 2.4, se muestra los diferentes tipos de métodos analíticos cuantitativos que se utilizan para determinar ciertos componentes.



Fuente: Ondarse, 2021

Figura 2.4 Métodos analíticos cuantitativos

2.13 Análisis volumétrico

Las valoraciones son ampliamente utilizadas en química analítica para la determinación de la concentración de ácidos, bases, oxidantes, reductores, iones metálicos, proteínas y muchas otras especies. Las valoraciones o titulaciones se basan en una reacción entre un analito y un reactivo patrón, conocido como valorante. La reacción tiene una estequiometría conocida y reproducible. En una valoración, se determina el volumen (o masa) del valorante necesario para reaccionar de manera completa con el analito y se emplea dicho volumen para obtener la cantidad o concentración del analito (Harris et al, 2001).

El punto de equivalencia de una valoración es un punto teórico que se alcanza cuando la cantidad de valorante añadido es químicamente equivalente a la cantidad de analito en la muestra. Resulta imposible determinar experimentalmente el punto de equivalencia de una valoración, en su lugar se determina un cambio físico (visual) relacionado con la condición de equivalencia y a este cambio se le llama punto final de la valoración. Es muy común agregar indicadores a la disolución del analito para producir un cambio físico observable (punto final) cerca del punto de equivalencia (Skoog et al, 2021).

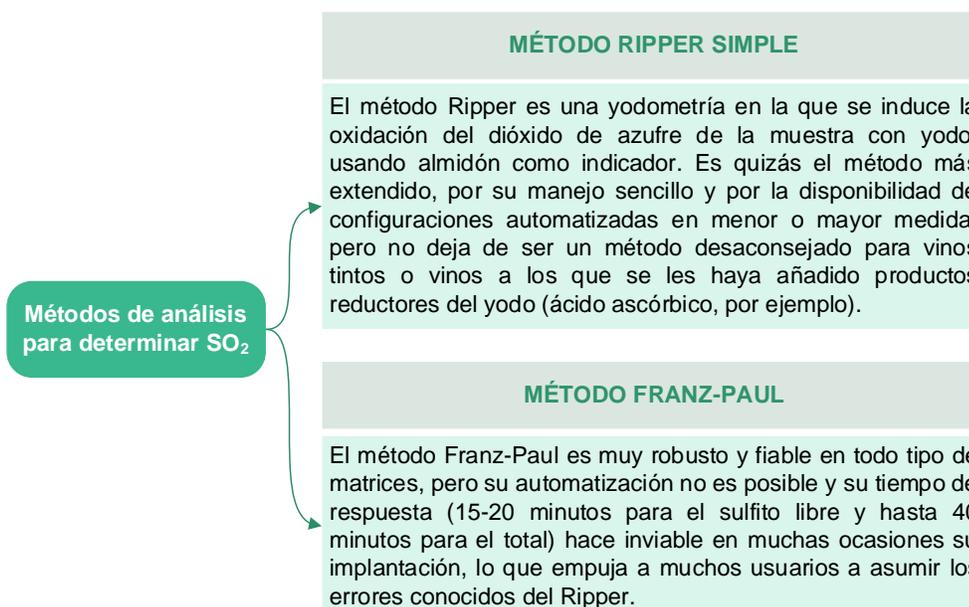
2.14 Determinación analítica del anhídrido sulfuroso en el vino

La determinación del SO_2 en el vino es una importante tarea analítica, particularmente en lo que respecta a legislación de seguridad alimentaria, comercio del vino y enología. Para los enólogos y viticultores, la cantidad de SO_2 libre es el valor más importante, ya que proporciona información sobre los procesos de fermentación, mientras que desde un punto de vista legislativo lo es la cantidad total de sulfitos (García, 2012).

Numerosos métodos han sido desarrollados para la determinación de este compuesto en el vino. En general, pueden ser clasificados en dos categorías básicas: a) técnicas que incluyen una destilación inicial para extraer el dióxido de azufre, b) técnicas que utilizan otra reacción química (o procedimiento de separación) para medir el SO_2 (García, 2012).

2.15 Métodos de análisis para determinar anhídrido sulfuroso

La Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) recoge como métodos de referencia para cuantificar el sulfito libre de vinos y mostos, diversos métodos de análisis (Tobeña et al, 2023). En la figura 2.5, se describen los métodos más conocidos para determinar anhídrido sulfuroso en vinos.



Fuente: Tobeña et al, 2023

Figura 2.5 Métodos de análisis para determinar SO₂

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Desarrollo de la parte experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en instalaciones del Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) y en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA) de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” (UAJMS), dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología. Tarija – Bolivia.

3.2 Tipo de intervención experimental

En el presente trabajo de investigación se utilizó la metodología experimental a nivel de laboratorio con la finalidad de determinar anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales en base a los siguientes métodos:

- Análisis de anhídrido sulfuroso total en las muestras de vino blanco artesanal
- Análisis de grado alcohólico en las muestras de vino blanco artesanal
- Análisis de pH en las muestras de vino blanco artesanal
- Análisis de acidez total en las muestras de vino blanco artesanal
- Análisis de °Brix en las muestras de vino blanco artesanal
- Análisis del diseño experimental (DBCA) para los factores tomados en cuenta en el trabajo de investigación.
- Operacionalización de las variables independiente y dependiente para la determinación de parámetros fisicoquímicos en vinos blancos.

3.3 Paradigma investigativo

Según Martínez (1989), define “los paradigmas como diferentes sistemas de reglas del juego científico, son estructuras de razonamiento o de la racionalidad; por ello, constituyen la lógica subyacente que guía la actividad científica” (Pág.76). Así mismo, Marín (2007), señala que los paradigmas se basan en operaciones lógicas e ideológicas que brindan un marco comprensible y coherente para abordar la realidad y generar nuevos conocimientos, es posible afirmar que los paradigmas sirven de marco para la comprensión de los fenómenos de la realidad; brindan una guía para abordar cuestiones y problemáticas.

3.3.1 Paradigma positivista

Según Ramos (2015), “el paradigma positivista se califica de cuantitativo, empírico, analítico, racionalista, sistemático gerencial y científico tecnológico” (Pág. 10). Así mismo, Ricoy (2006) indica que “el paradigma positivista sustentará a la investigación que tenga como objetivo comprobar una hipótesis por medios estadísticos o determinar los parámetros de una determinada variable mediante la expresión numérica” (Pág. 14).

3.4 Enfoque de la investigación

Para Hernández et al, (2010) “la investigación de tipo cuantitativo utiliza la recopilación de información para poner a prueba o comprobar las hipótesis mediante el uso de estrategias estadísticas basadas en la medición numérica” (Pág. 10). Así mismo, Tamayo (1994), indica que la investigación es el proceso más formal, sistemático e intensivo de llevar a cabo el método científico del análisis. Comprende una estructura de investigación más sistemática, que desemboca generalmente en una especie de reseña formal de los procedimientos y en un informe de los resultados o conclusiones.

El enfoque de investigación que se desarrollará en el presente trabajo de investigación será un enfoque cuantitativo.

3.5 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

Para Arias (2012), el método científico “es el conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver los problemas de investigación mediante la prueba o verificación de hipótesis” (Pág.18). Así mismo, Morán y Alvarado (2010) definen al método como “el camino que se sigue para lograr una meta u objetivo; es el procedimiento que se recorre en la investigación para obtener conocimientos” (Pág. 46).

Según Maya (1997), afirma que “las técnicas de investigación comprenden un conjunto de procedimientos organizados sistemáticamente que orientan al

investigador a profundizar el conocimiento y al planteamiento de nuevas líneas de investigación” (Pág. 4). Para Ñaupas et al, (2018) definen los instrumentos de investigación como “las herramientas conceptuales o materiales, mediante los cuales se recoge los datos e informaciones, mediante preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado” (Pág. 273).

Los métodos y técnicas que serán utilizados en el presente trabajo de investigación, se detallan a continuación:

3.5.1 Análisis fisicoquímico de vino blanco artesanal

En la figura 3.1, se puede observar los métodos y técnicas utilizados para los análisis fisicoquímicos de vino blanco artesanal, realizados en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA), a excepción del anhídrido sulfuroso total que fue realizado en el CEANID (Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo), perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología, dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”. Tarija – Bolivia.

Análisis fisicoquímico de vinos blancos artesanales			
Volumetría	Alcoholimetría	Potenciometría	Refractometría
NB 322006 - 2004	NB 322003 - 2004	NB 322010 - 2004	COVENIN 924:1983
Anhidrido sulfuroso total (mg/l)*	°GL	pH	°Brix
NB 322004 - 2004			
Acidez total (como tartárico) (g/l)			

Métodos
 Técnicas

Fuente: CEANID, 2023*

Figura 3.1 Métodos y técnicas utilizadas para los análisis fisicoquímicos de vinos blancos artesanales

3.6 Equipos de proceso, instrumentos, materiales y reactivos químicos de laboratorio

Durante el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación, se utilizaron los siguientes equipos de proceso, instrumentos, materiales y reactivos químicos de laboratorio, los cuales se describen a continuación:

3.6.1 Equipo destilador enológico

En la figura 3.2, se describen las respectivas especificaciones técnicas del destilador enológico utilizado (Anexo E).

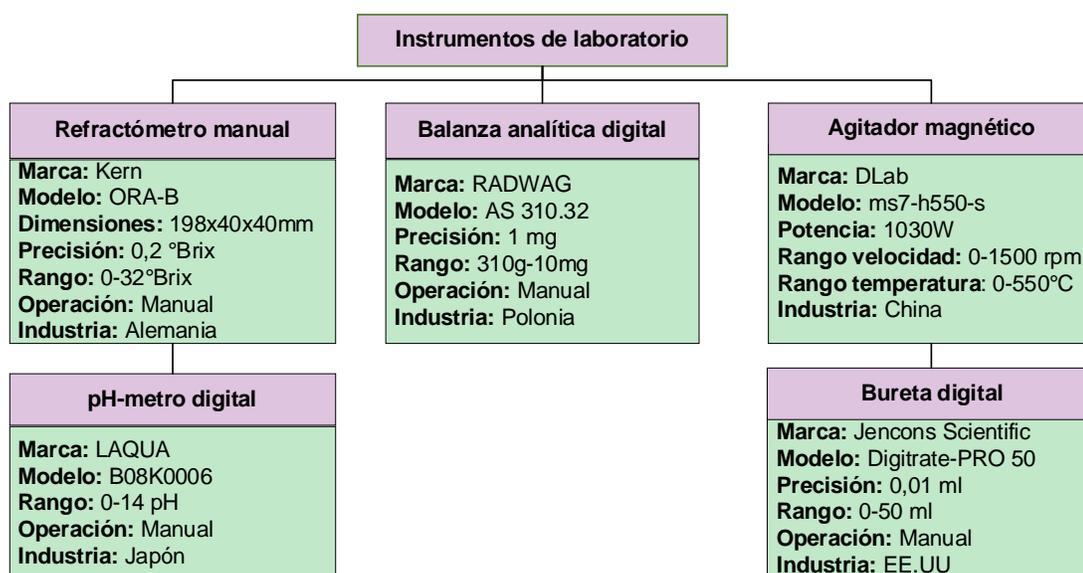


Fuente: LACIA, 2024

Figura 3.2 Especificación técnica destilador enológico

3.6.2 Instrumentos de laboratorio

En la figura 3.3, se muestra las especificaciones técnicas de los instrumentos de laboratorio que se utilizaron para el desarrollo del presente trabajo de investigación (Anexo E), estos se encuentran en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA).



Fuente: LACIA, 2024

Figura 3.3 Especificaciones técnicas de instrumentos de laboratorio

3.6.3 Material de laboratorio

En la tabla 3.1, se muestran los materiales de laboratorio utilizados en el presente trabajo de investigación (Anexo E).

Tabla 3.1

Materiales de laboratorio utilizados en la parte experimental

Materiales	Cantidad	Capacidad	Tipo
Matraz Erlenmeyer	4	100 ml	Vidrio
Vaso precipitado	2	50 ml	Vidrio
Vaso precipitado	3	100 ml	Vidrio
Pipeta	2	10 ml	Vidrio
Termómetro de alcohol	1	(0 - 100) °C	Vidrio
Piseta	1	Mediano	Plástico
Picnómetro	1	50 ml	Vidrio
Probeta	1	100 ml	Vidrio
Gotero	1	Pequeño	Plástico

Fuente: Elaboración propia

3.6.4 Reactivos químicos de laboratorio

En la tabla 3.2, se detallan los reactivos químicos de laboratorio utilizados para determinar acidez total en los vinos blancos artesanales del presente trabajo de investigación.

Tabla 3.2

Reactivos químicos de laboratorio

Reactivos	Marca	Concentración
Hidróxido de sodio (NaOH)	DIEMAR	0,1 N
Fenolftaleína	DIEMAR	1%
Agua destilada	-	-

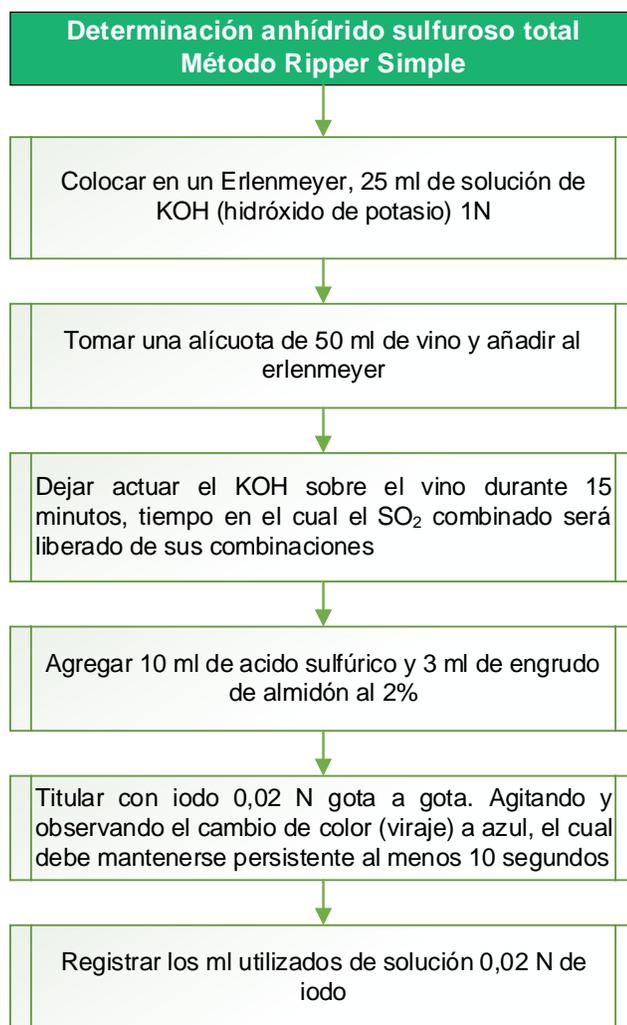
Fuente: Elaboración propia

3.7 Procedimiento experimental para determinar los parámetros fisicoquímicos en vinos blancos

Para realizar el análisis de los parámetros fisicoquímicos en vinos blancos artesanales de las muestras provenientes de San Lorenzo y el Valle de la Concepción, se describen a continuación los procedimientos experimentales realizados:

3.7.1 Procedimiento experimental para la determinación de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos

En la figura 3.4, se muestra el procedimiento experimental para determinar anhídrido sulfuroso total en vinos blancos.

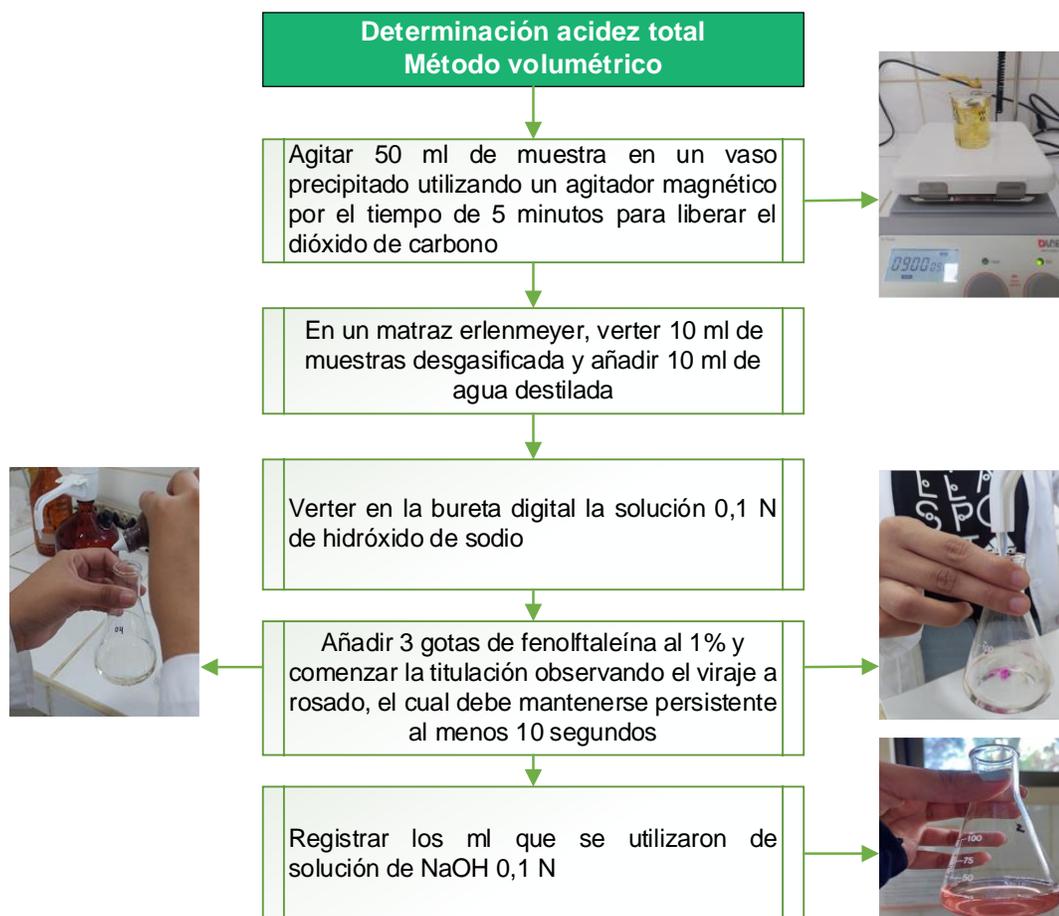


Fuente: IBNORCA, 2004

Figura 3.4 Procedimiento experimental para determinar anhídrido sulfuroso total

3.7.2 Procedimiento experimental para la determinación de acidez total en vinos blancos

En la figura 3.5, se muestra el procedimiento experimental para determinar acidez total en vinos blancos.

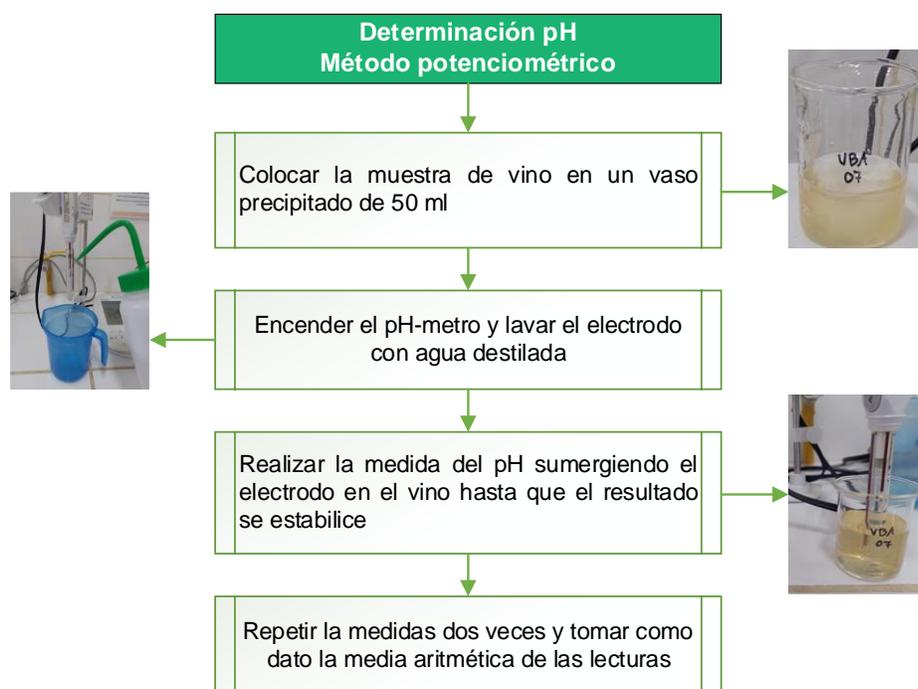


Fuente: IBNORCA, 2004

Figura 3.5 Procedimiento experimental para determinar acidez total

3.7.3 Procedimiento experimental para la determinación de pH en vinos blancos

En la figura 3.6, se muestra el procedimiento experimental para determinar pH en vinos blancos.

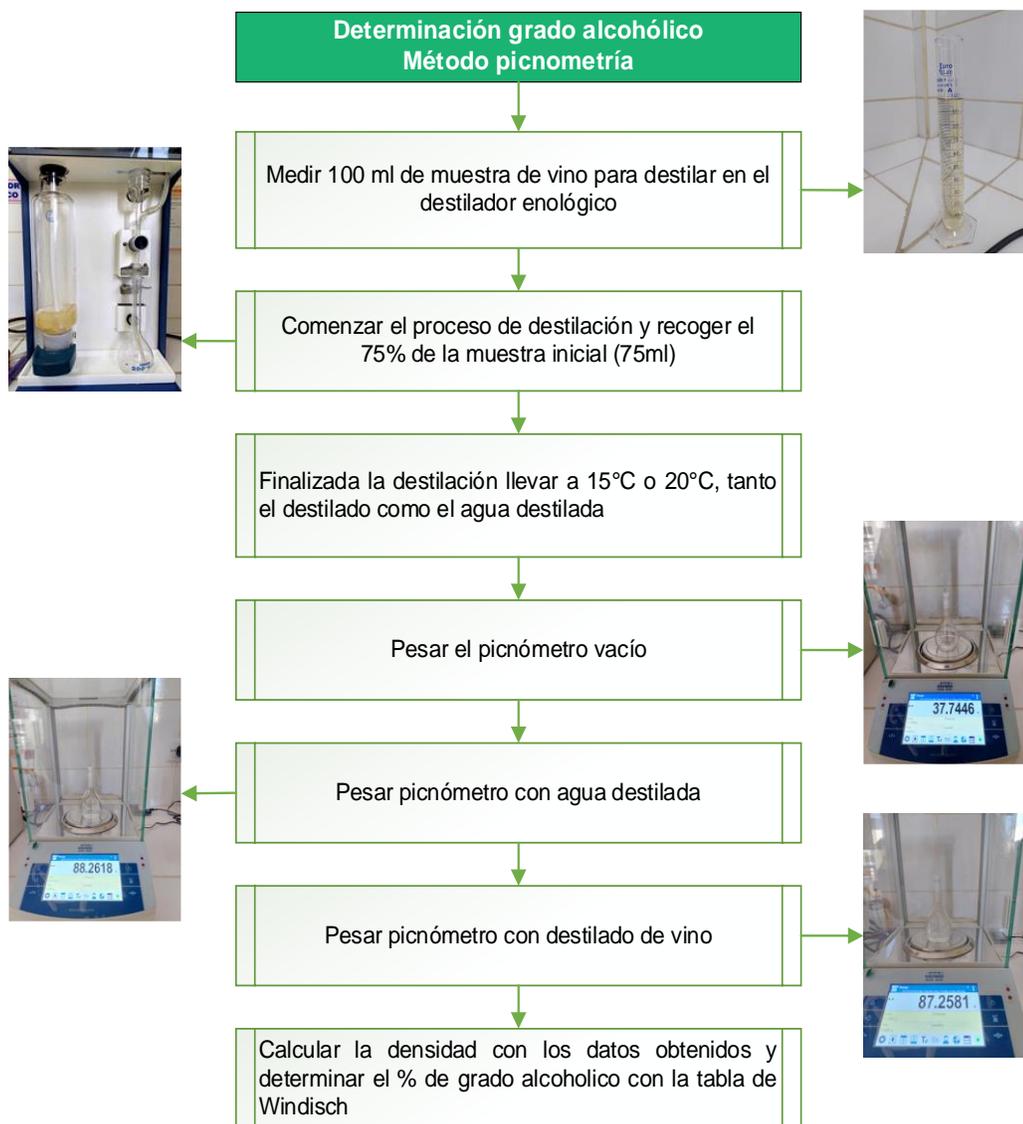


Fuente: IBNORCA, 2004

Figura 3.6 Procedimiento experimental para determinar pH

3.7.4 Procedimiento experimental para la determinación de grado alcohólico en vinos blancos

En la figura 3.7, se muestra el procedimiento experimental para determinar el grado alcohólico en vinos blancos.

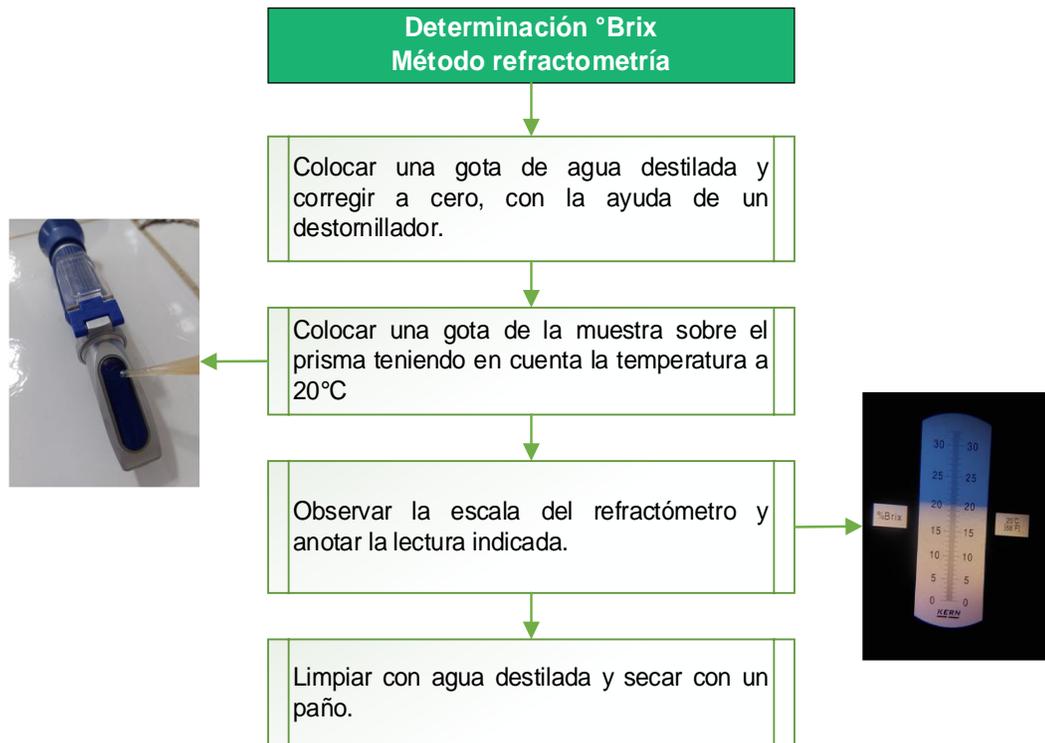


Fuente: IBNORCA, 2004

Figura 3.7 Procedimiento experimental para determinar el grado alcohólico

3.7.5 Procedimiento experimental para la determinación °Brix en vinos blancos

En la figura 3.8, se muestra el procedimiento experimental de análisis para determinar °Brix (sólidos solubles) en vinos blancos.



Fuente: COVENIN,1982

Figura 3.8 Procedimiento experimental para determinar °Brix

3.8 Diseño experimental

Según Gutiérrez y De La Vara (2008) afirman que “el diseño de experimentos es la aplicación del método científico para generar conocimiento acerca de un sistema o proceso, por medio de pruebas planeadas adecuadamente” (Pág. 6). Así mismo, Gutiérrez et al, (2009) señala que “el diseño de experimentos pretende planear, ejecutar y analizar el experimento de manera que los datos apropiados sean recolectados y que tengan validez estadística para poder obtener conclusiones válidas y útiles” (Pág. 17).

3.8.1 Diseño por bloques completamente al azar (DBCA)

En un agrupamiento simple, como es el diseño en bloques aleatorizados, el material experimental se divide en grupos, cada grupo es una repetición. Con ello se busca mantener el error experimental dentro de cada grupo tan pequeño como sea posible.

El diseño en bloques aleatorizados tiene entre sus ventajas resultados “más exactos” que los diseños completamente aleatorios, además, el análisis estadístico es sencillo, ya que por ser un diseño ortogonal posee óptimas propiedades (Melo et al, 2020). Sin embargo, para Yepes (2014), el diseño en bloques completos al azar trata de comparar tres fuentes de variabilidad: el factor de tratamientos, el factor de bloques y el error aleatorio. El adjetivo completo se refiere a que en cada bloque se prueban todos los tratamientos. La aleatorización se hace dentro de cada bloque.

3.8.2 Diseño experimental por bloques completamente al azar (DBCA) para determinar los parámetros fisicoquímicos en vinos blancos

Se aplicó el diseño experimental por bloques completamente al azar (DBCA) con diez tratamientos para establecer si existen diferencias en los resultados obtenidos con respecto al anhídrido sulfuroso total, grado alcohólico, pH y acidez total en los diez productores artesanales de vino blanco (San Lorenzo y el Valle de la Concepción). En la tabla 3.3, se muestra la matriz experimental que se utilizó en el presente trabajo de investigación.

Tabla 3.3

Matriz experimental para determinar los parámetros fisicoquímicos en vinos blancos

Bloques (Factor B)	Tratamientos (Factor A)										Total (Y _i)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Y _i
1	y ₁₁	y ₁₂	y ₁₃	y ₁₄	y ₁₅	y ₁₆	y ₁₇	y ₁₈	y ₁₉	y ₁₁₀	Y ₁
2	y ₂₁	y ₂₂	y ₂₃	y ₂₄	y ₂₅	y ₂₆	y ₂₇	y ₂₈	y ₂₉	y ₂₁₀	Y ₂
3	y ₃₁	y ₃₂	y ₃₃	y ₃₄	y ₃₅	y ₃₆	y ₃₇	y ₃₈	y ₃₉	y ₃₁₀	Y ₃
Total (Y _j)	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	Y _{ij}

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Factor A = Productores (muestras) de vino blanco artesanal

Factor B = Lotes de vino blanco artesanal

Y_1 = Anhídrido sulfuroso total (mg/l)

Y_2 = Grado alcohólico (°GL)

Y_3 = pH

Y_4 = Acidez total (g/l de ácido tartárico)

3.9 Operacionalización de las variables para la determinación de parámetros fisicoquímicos en vinos blancos

Carrasco (2009) define la operacionalización de las variables como un proceso metodológico que consiste en descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo de lo más general a lo más específico; es decir que estas variables se dividen en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices, ítems. Así mismo, Morán y Alvarado (2010) afirman que “la operacionalización de variables consiste en un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir la variable en una investigación, es un proceso de separación y análisis de la variable en sus componentes que permiten medirla” (Pág. 46). En la tabla 3.4, se muestra la operacionalización de las variables para la determinación de anhídrido sulfuroso en vinos blancos artesanales del presente trabajo de investigación.

Tabla 3.4

Operacionalización de las variables para determinar los parámetros fisicoquímicos en vinos blancos

Hipótesis	Variables		Definición	Parámetros	Indicadores	Unidad
La aplicación del método volumétrico permitirá determinar la concentración de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales del municipio de San Lorenzo y el Valle de la Concepción, e identificar si cumplen con la norma NB 322002:2015.	Dependiente	Determinar la concentración de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales	El anhídrido sulfuroso (SO ₂), es un gas incoloro de olor acre. Bajo presión es un líquido y se disuelve fácilmente en agua (ATSDR, 2016).	Análisis fisicoquímico	Anhídrido sulfuroso total	mg/l
					Grado alcohólico	°GL
					Acidez total	g/l
					pH	-
					Sólidos solubles	°Brix
	Independiente	Análisis volumétrico	Un análisis volumétrico es aquel procedimiento basado en la medida de volumen de reactivo necesario para reaccionar con el analito (Campillo, 2011).	Método Ripper Simple	Volumetría	ml

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

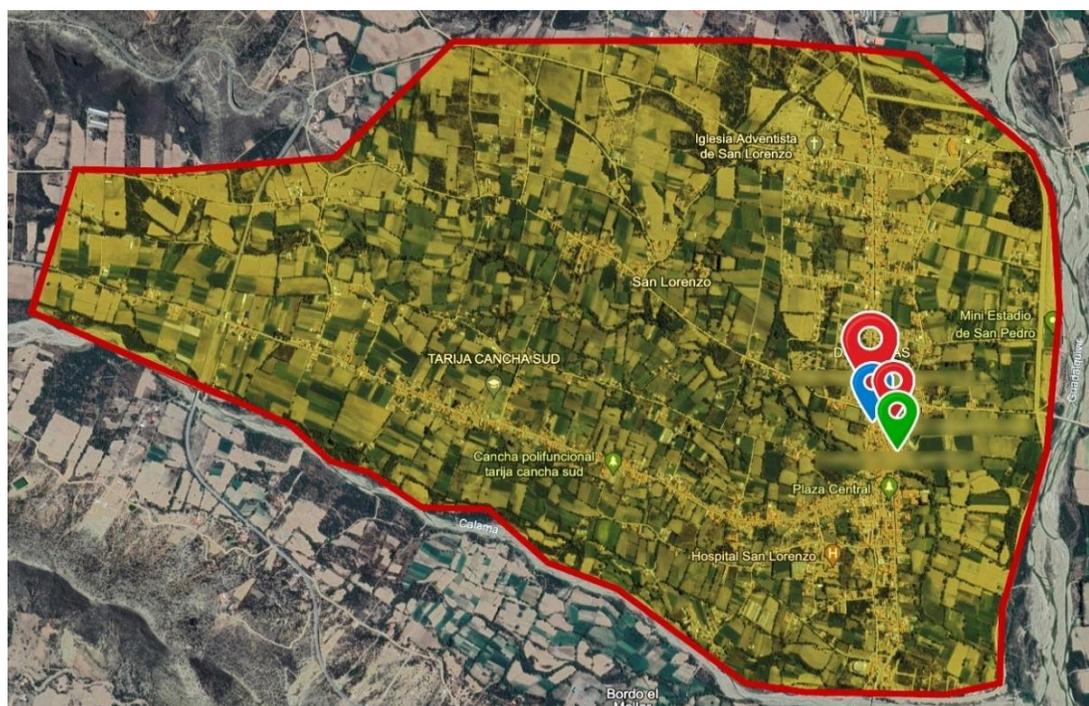
**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN
DE RESULTADOS**

4.1 Ubicación geográfica de la toma de muestras

Para realizar el presente trabajo de investigación se tomó en cuenta un total de diez productores artesanales de vino blanco con una producción significativa, cuatro pertenecen al municipio de San Lorenzo y seis al Valle de la Concepción. Estos productores fueron identificados en base a la página web "El Gran Paitití", donde se encuentran los productores legalmente registrados por el SENASAG, cuya producción se supone que se adhiere a las normativas vigentes de sanidad e inocuidad alimentaria.

4.1.1 Delimitación geográfica de la toma de muestras de vino blanco artesanal municipio de San Lorenzo

En la figura 4.1, se puede observar la delimitación geográfica de la toma de muestras correspondiente a cuatro productores artesanales de vino blanco, ubicados en el municipio de San Lorenzo.



Fuente: Google maps, 2024

Figura 4.1 Delimitación geográfica de la toma de muestras de vino blanco artesanal municipio San Lorenzo

4.1.2 Delimitación geográfica de la toma de muestras de vino blanco artesanal de la localidad Valle de la Concepción

En la figura 4.2, se puede observar la delimitación geográfica de la toma de muestras correspondiente a seis productores artesanales de vino blanco, ubicados en el Valle de la Concepción.



Fuente: Google maps, 2024

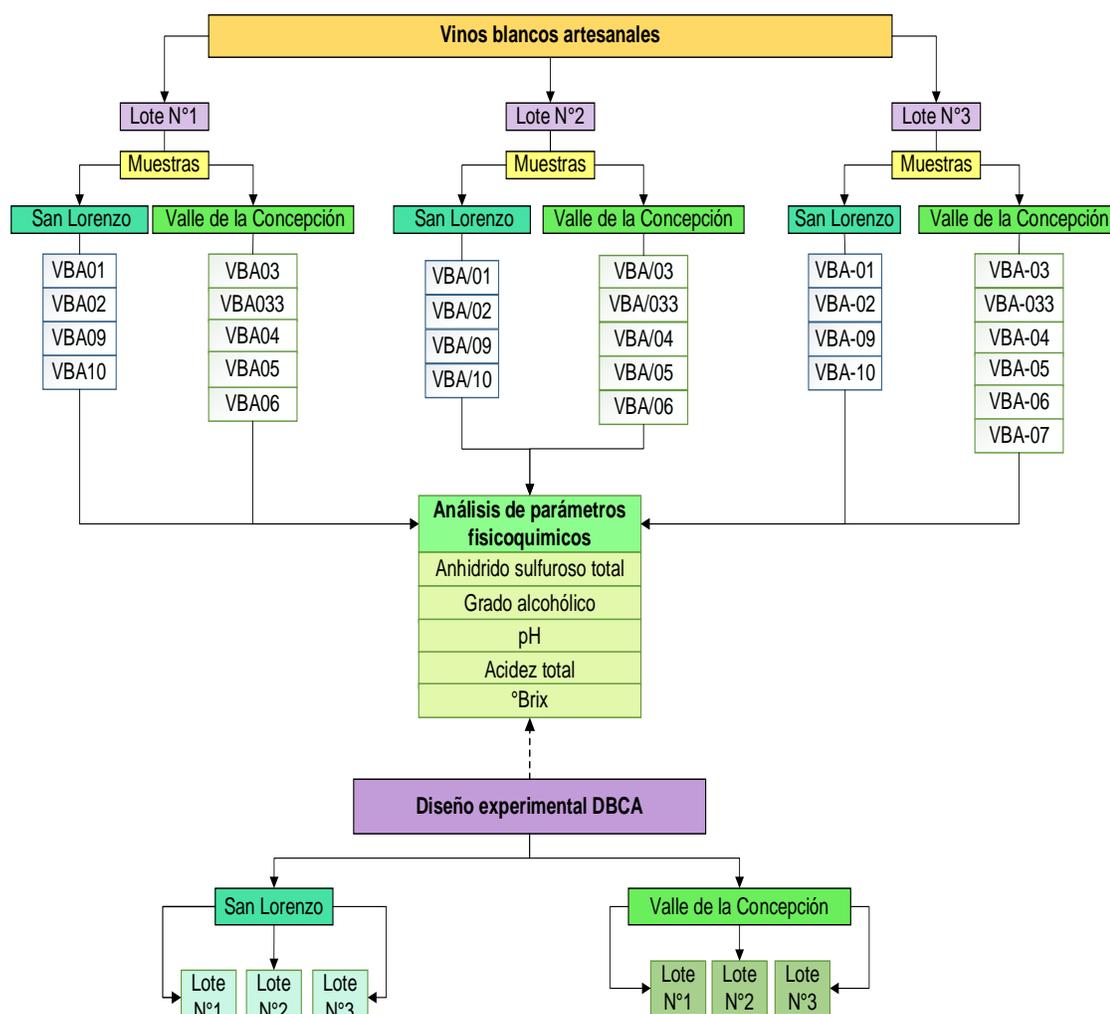
Figura 4.2 Delimitación geográfica de la toma de muestras de vino blanco artesanal de la localidad Valle de la Concepción

4.2 Caracterización de las variables fisicoquímicas para determinar anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales

Para la caracterización de las variables fisicoquímicas en la determinación de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales, se tomó en cuenta los siguientes aspectos que se detallan a continuación:

4.2.1 Parámetros fisicoquímicos para las pruebas experimentales de vino blanco artesanal

Según la figura 4.3, se observa la división en tres lotes (lote N°1, lote N°2 y lote N°3) de las muestras codificadas de vino blanco artesanal, tanto de San Lorenzo como del Valle de la Concepción. En cada uno de estos lotes, se realizaron análisis de parámetros fisicoquímicos, tales como anhídrido sulfuroso total, grado alcohólico, pH, acidez total y °Brix.

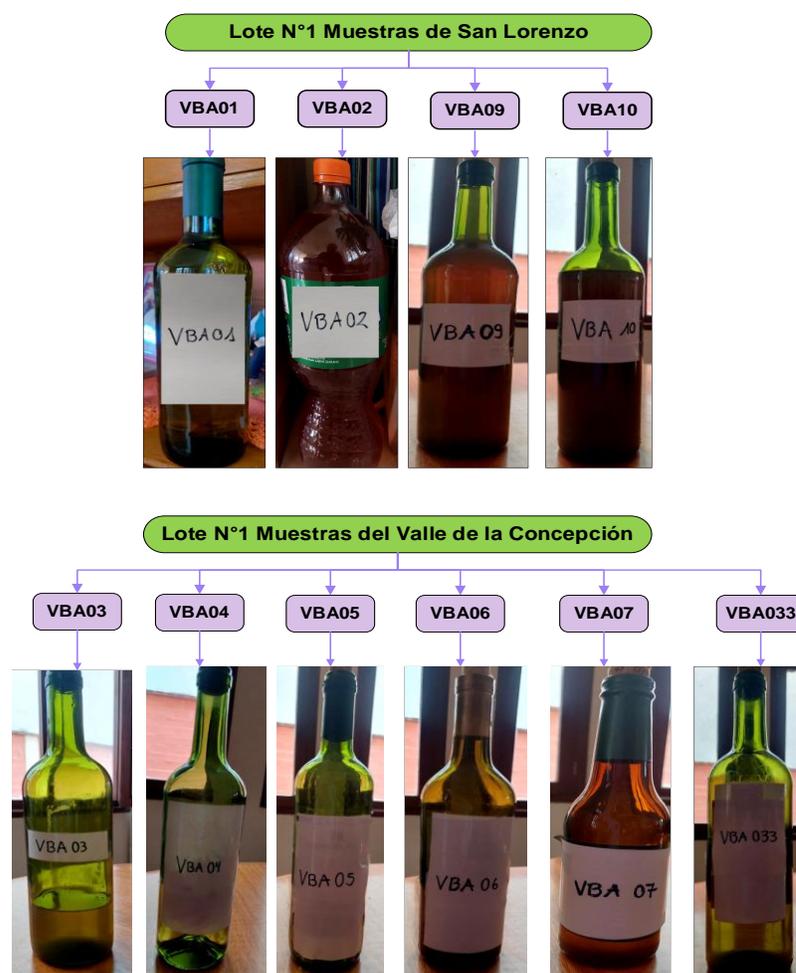


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3 Parámetros fisicoquímicos para las pruebas experimentales de vino blanco artesanal

4.3 Caracterización de las muestras de vino blanco artesanal para el lote N°1

Para realizar la caracterización de las muestras de vino blanco artesanal para el lote N°1, se tomaron en cuenta un total de diez muestras codificadas, las cuales se pueden observar en la figura 4.4.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4 Caracterización de las muestras de vino blanco artesanal para el lote N°1

4.3.1 Determinación de anhídrido sulfuroso total en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°1

En la tabla 4.1, se muestran los resultados obtenidos del contenido de anhídrido sulfuroso total expresada (mg/l) en vinos blancos artesanales de datos extraídos del

(Anexo A), donde cuatro muestras pertenecen a San Lorenzo y seis muestras al Valle de la Concepción.

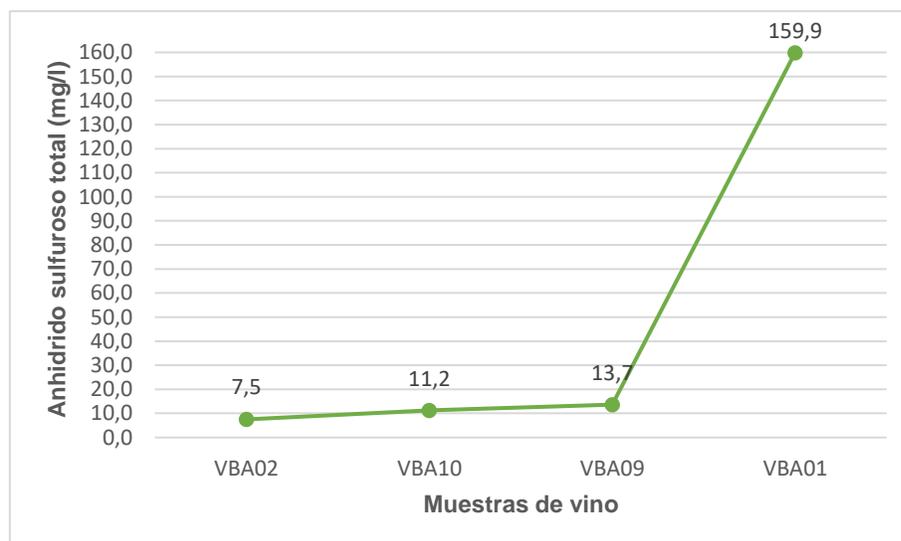
Tabla 4.1

Contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados	Anexo
San Lorenzo	VBA01	mg/l	159,9	Anexo A.1
	VBA02	mg/l	7,5	Anexo A.2
	VBA09	mg/l	13,7	Anexo A.3
	VBA10	mg/l	11,2	Anexo A.4
Valle de la Concepción	VBA03	mg/l	259,9	Anexo A.5
	VBA04	mg/l	221,6	Anexo A.6
	VBA05	mg/l	83,0	Anexo A.7
	VBA06	mg/l	15,6	Anexo A.8
	VBA07	mg/l	89,9	Anexo A.9
	VBA033	mg/l	70,2	Anexo A.10

Fuente: CEANID, 2023

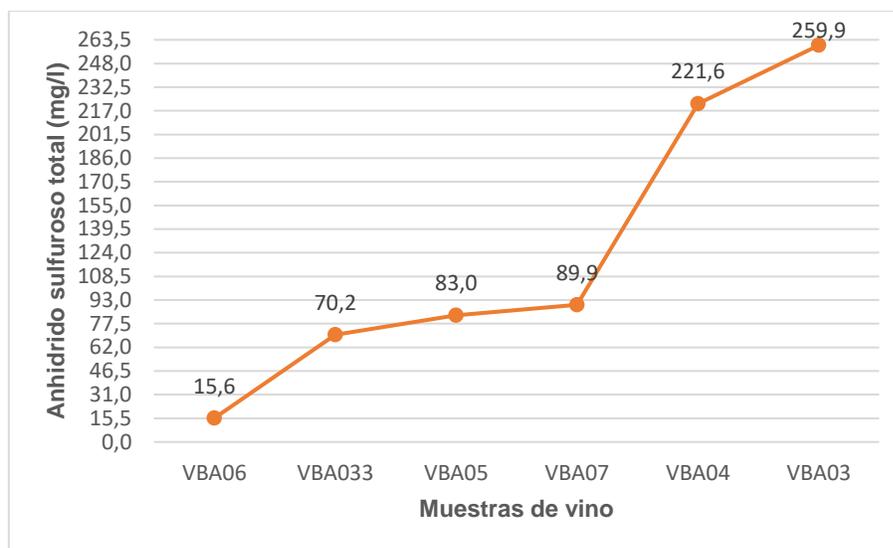
En la figura 4.5 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.6 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5 Contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.5, se puede observar que la muestra VBA01 (159,9 mg/l) tiene un contenido de anhídrido sulfuroso total notablemente alto en comparación a las muestras VBA02 (7,5 mg/l), VBA10 (11,2 mg/l) y VBA09 (13,7 mg/l) que tienen contenidos mucho más bajos. Por lo tanto, la muestra VBA01 (159,9 mg/l) con el contenido mayor de anhídrido sulfuroso total da indicios de que se añadió o se utilizó metabisulfito de potasio en el proceso.



Fuente: Elaboración propia

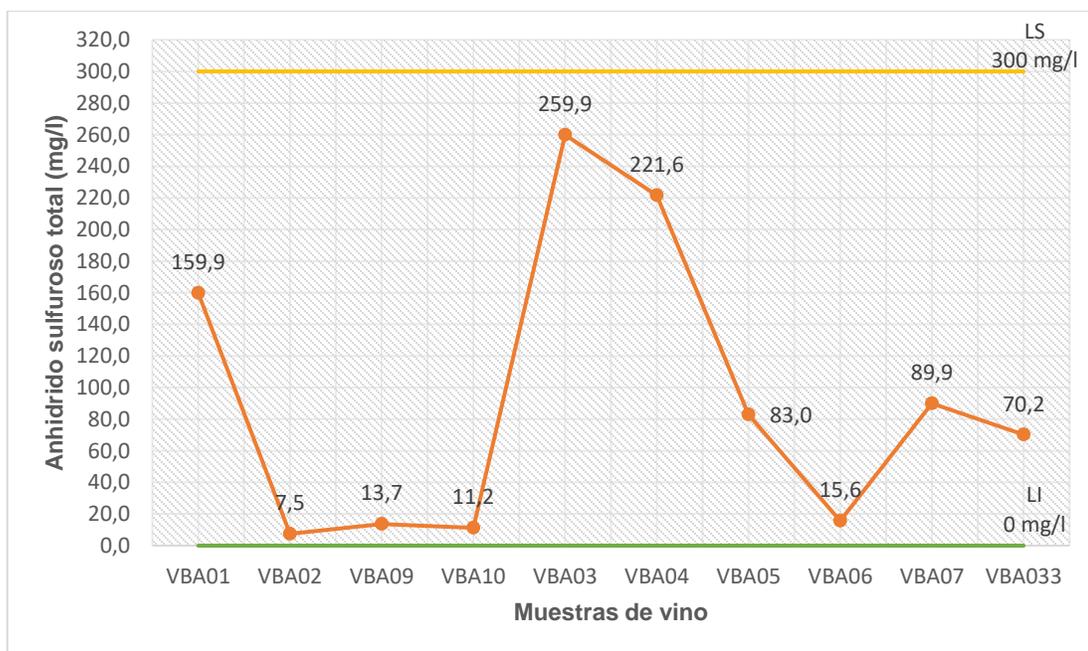
Figura 4.6 Contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.6, se puede observar que las muestras VBA04 (221,6 mg/l) y VBA03 (259,9 mg/l) tiene un contenido de anhídrido sulfuroso total elevado en comparación a las muestras VBA06 (15,6 mg/l), VBA033 (70,2 mg/l), VBA05 (83,0 mg/l) y VBA07 (89,9 mg/l), que tienen contenidos más bajos. Por lo tanto, las muestras VBA04 (221,6 mg/l) y VBA03 (259,9 mg/l) con los mayores contenidos de anhídrido sulfuroso total, da indicios de que se añadió o se utilizó metabisulfito de potasio en el proceso.

4.3.2 Gráfica de control del contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales del lote N°1

En función de los datos de la tabla 4.1, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos con respecto al contenido de anhídrido sulfuroso total en

base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) la cual establece un rango permitido de 0 mg/l a 300 mg/l, con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto se tomó en cuenta las diez muestras de vinos blancos artesanales pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7 Control del contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.9, se destaca que todas las muestras cumplen con la normativa boliviana, ya que ninguna de las concentraciones supera el límite máximo establecido de 300 mg/l. Sin embargo, es relevante notar que algunas muestras, como VBA03 (259,9 mg/l) y VBA04 (221,6 mg/l), se encuentran cercanas al límite máximo permitido. Comparando estos resultados con normativas de otros países, se evidencia que algunos de ellos imponen límites más estrictos para la concentración de sulfitos en vinos.

4.3.3 Determinación del contenido de grado alcohólico en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°1

En la tabla 4.2, se muestran los resultados obtenidos del contenido de grado alcohólico expresado en (%) en vinos blancos artesanales, todos los resultados fueron realizados con réplica (prueba 1 y prueba 2) de cada muestra.

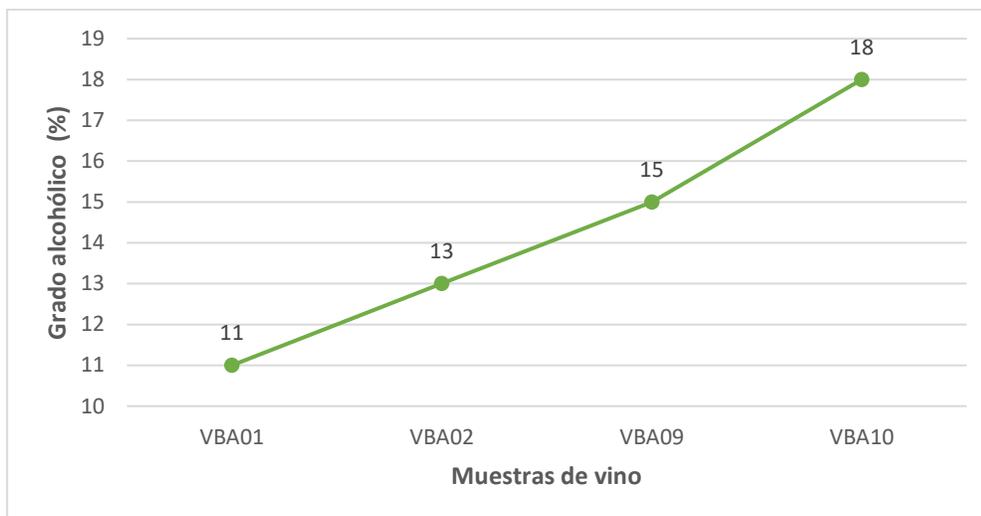
Tabla 4.2

Contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Densidad		Resultados (%)		Promedio (%)
		Prueba 1	Prueba 2	Prueba 1	Prueba 2	
San Lorenzo	VBA01	0,98341	0,98364	11	11	11,0
	VBA02	0,98135	0,98114	13	13	13,0
	VBA09	0,97889	0,97958	15	15	15,0
	VBA10	0,97546	0,97523	18	18	18,0
Valle de la Concepción	VBA03	0,98297	0,98257	11	12	11,5
	VBA04	0,97900	0,97891	15	15	15,0
	VBA05	0,98234	0,98323	13	12	12,5
	VBA06	0,97821	0,97749	17	18	17,5
	VBA07	0,98349	0,98389	11	11	11,0
	VBA033	0,97728	0,97675	16	17	16,5

Fuente: Elaboración propia

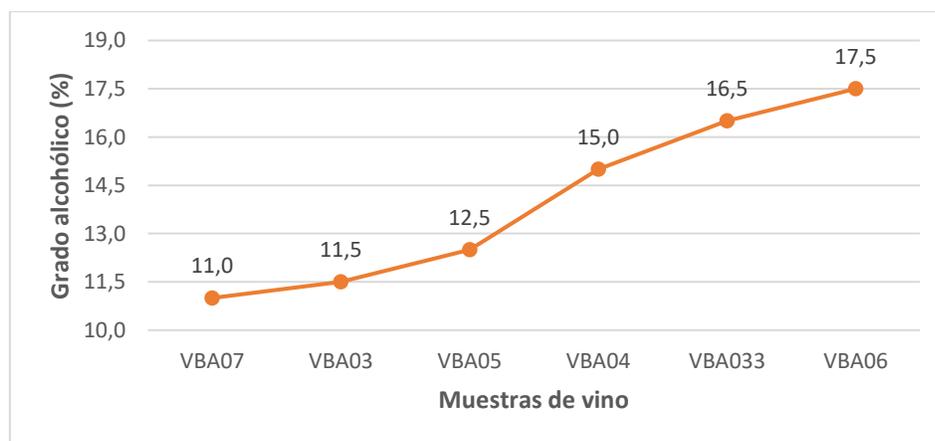
En la figura 4.8 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.9 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8 Contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.8, se puede observar que la muestra VBA10 (18%) tiene el contenido de grado alcohólico más elevado en comparación a las muestras VBA01 (11%), VBA02 (13%) y VBA09 (15%). Esta variabilidad en los niveles de alcohol puede deberse a factores como el tiempo de fermentación, la variedad y madurez de uvas utilizadas en la vinificación, como también las técnicas de elaboración.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9 Contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.9, se puede observar que la muestra VBA06 (17,5%) y VBA033 (16,5%) tienen el contenido de grado alcohólico más elevado en comparación a las muestras VBA07 (11%), VBA03 (11,5%) y VBA05 (12,5%). Esta variabilidad en los niveles de alcohol puede deberse a factores como el tiempo de fermentación, la variedad y madurez de uvas utilizadas en la vinificación, como también las técnicas de elaboración.

4.3.4 Gráfica de control de contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales del lote N°1

En función de los datos de la tabla 4.2, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos con respecto al contenido de grado alcohólico en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) la cual establece un rango permitido de graduación alcohólica de 10% a 15%, con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto, se tomó en cuenta las diez muestras de vinos blancos artesanales pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10 Control del contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.10, se observa que la mayoría de las muestras cumplen con la normativa del IBNORCA, ya que sus graduaciones alcohólicas se encuentran dentro del rango permitido. Estas muestras (VBA01, VBA02, VBA03, VBA04, VBA05, VBA07, VBA09) presentan valores que van desde 11% hasta 15%, mostrando una conformidad con las regulaciones establecidas.

Sin embargo, es importante destacar que hay tres muestras (VBA06, VBA033 y VBA10) que superan el límite máximo de 15%, registrando graduaciones alcohólicas de 17,5%, 16,5% y 18%, respectivamente. Estas muestras podrían requerir una supervisión particular para asegurar que la graduación alcohólica se mantenga dentro de los límites legales establecidos por el IBNORCA.

4.3.5 Determinación de pH en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°1

En la tabla 4.3 se muestran los resultados obtenidos de pH en vinos blancos artesanales de datos extraídos del Anexo B (Tabla B.11), todos los resultados fueron realizados con réplica (prueba 1 y prueba 2) de cada muestra.

Tabla 4.3

Resultados de pH en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados		Promedio
			Prueba 1	Prueba 2	
San Lorenzo	VBA01	pH	3,600	3,600	3,600
	VBA02	pH	3,655	3,655	3,655
	VBA09	pH	3,522	3,513	3,518
	VBA10	pH	3,678	3,589	3,634
Valle de la Concepción	VBA03	pH	3,622	3,613	3,618
	VBA04	pH	3,609	3,622	3,616
	VBA05	pH	3,471	3,456	3,464
	VBA06	pH	3,468	3,442	3,455
	VBA07	pH	3,618	3,533	3,576
	VBA033	pH	3,473	3,554	3,514

Fuente: Elaboración propia

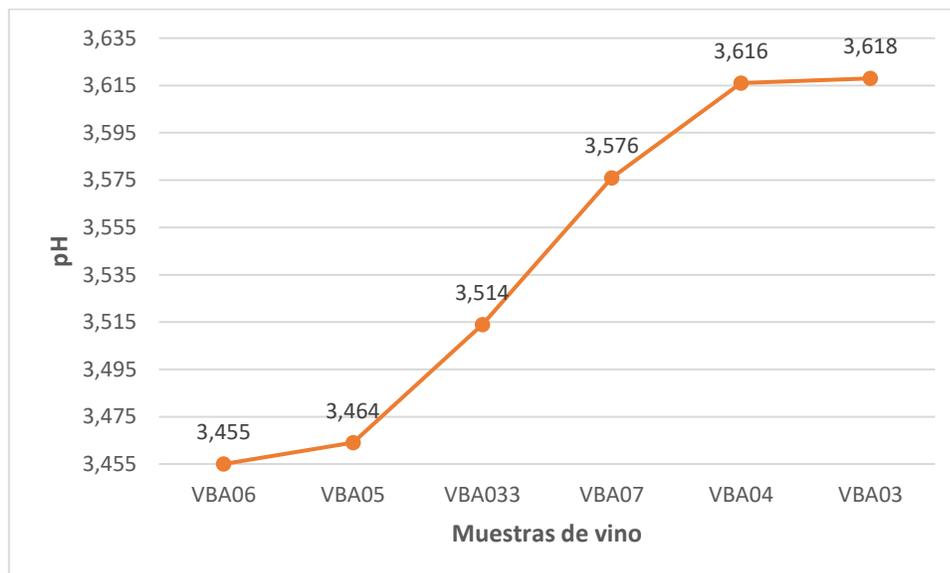
En la figura 4.11 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.12 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.3.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.11 pH en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Observando los datos, podemos notar que los valores de pH varían ligeramente entre las diferentes muestras, pero en general todos están dentro de un rango estrecho que va de 3,518 a 3,655, los datos indican que los vinos blancos artesanales de San Lorenzo tienen niveles de pH que sugieren una acidez moderada y equilibrada.



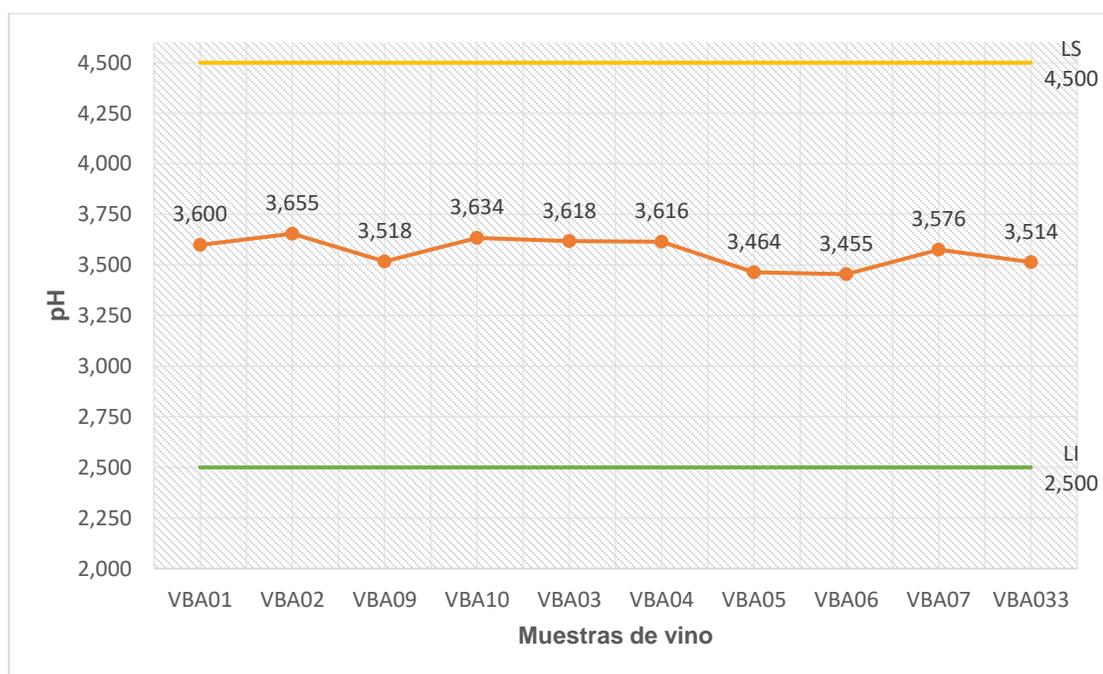
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.12 pH en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Observando los datos, podemos notar que los valores de pH varían entre las diferentes muestras, con un rango que va desde aproximadamente 3,455 hasta 3,618. Sin embargo, en general, todos los valores están dentro de un rango relativamente estrecho, lo que sugiere que los vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción tienen niveles de acidez moderadamente similares entre las diferentes muestras.

4.3.6 Gráfica de control de pH en vinos blancos artesanales del lote N°1

En función de los datos de la tabla 4.3, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos con respecto al pH en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) la cual establece un rango permitido de pH de 2,5 a 4,5 con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto se tomó en cuenta las diez muestras de vinos blancos artesanales pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.13 Control de pH en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.13, se puede observar que todas las muestras cumplen con la normativa del IBNORCA, ya que todas presentan valores de pH dentro del rango permitido. Los valores registrados oscilan entre 3,455 y 3,634, lo que refleja una consistencia general en la acidez de las muestras. La uniformidad de los resultados en relación con la normativa boliviana sugiere que las prácticas enológicas utilizadas en la producción de estas muestras de vino blanco artesanal han logrado mantener el pH dentro de los límites establecidos por el IBNORCA.

4.3.7 Determinación de acidez total en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°1

En la tabla 4.4 se muestran los resultados obtenidos de acidez total expresados (g/l) en vinos blancos artesanales, todos los análisis fueron realizados con réplica (prueba 1 y prueba 2) en cada muestra.

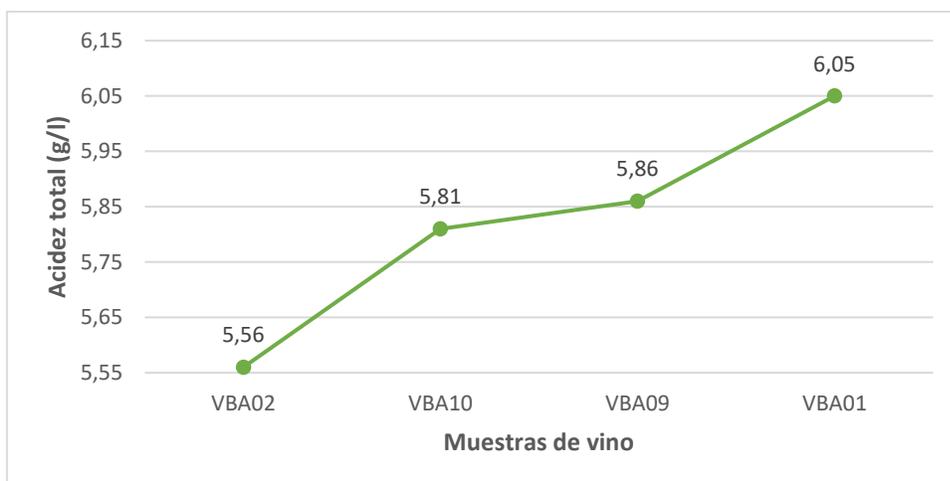
Tabla 4.4

Resultados de acidez total en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados		Promedio
			Prueba 1	Prueba 2	
San Lorenzo	VBA01	g/l	6,05	6,05	6,05
	VBA02	g/l	5,56	5,56	5,56
	VBA09	g/l	5,85	5,87	5,86
	VBA10	g/l	5,79	5,82	5,81
Valle de la Concepción	VBA03	g/l	5,52	5,56	5,54
	VBA04	g/l	5,96	5,94	5,95
	VBA05	g/l	5,56	5,50	5,53
	VBA06	g/l	6,96	6,99	6,98
	VBA07	g/l	8,79	8,82	8,81
	VBA033	g/l	6,42	6,45	6,44

Fuente: Elaboración propia

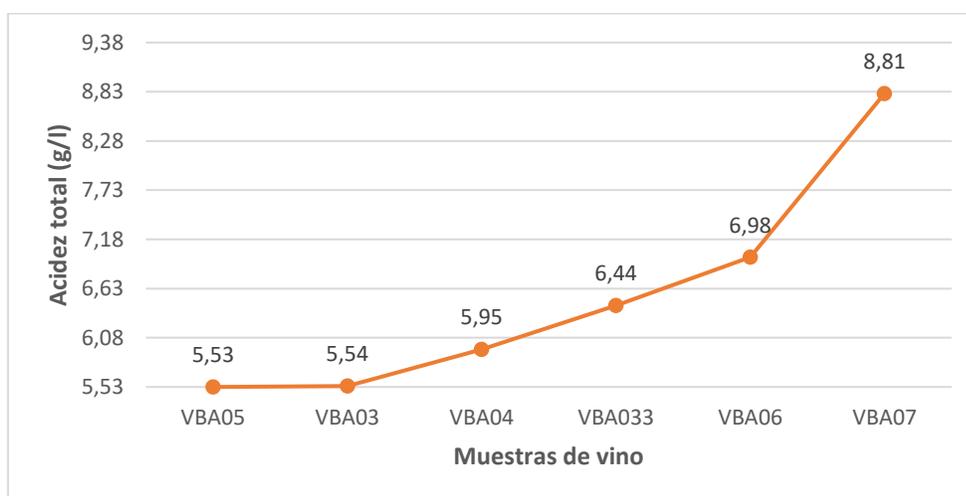
En la figura 4.14 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.15 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.4.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.14 Acidez total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.14, se puede observar que los datos muestran una variabilidad en los niveles de acidez total entre las diferentes muestras de vinos blancos artesanales de San Lorenzo. La muestra VBA01 (6,05 g/l), tiene la acidez total más alta mientras que la muestra VBA02 (5,56 g/l) tiene la acidez total más baja. Esta variabilidad puede ser resultado de diferentes prácticas de vinificación como la fermentación a temperaturas más bajas o el uso de ácido tartárico adicional durante la vinificación, pueden aumentar la acidez total del vino.



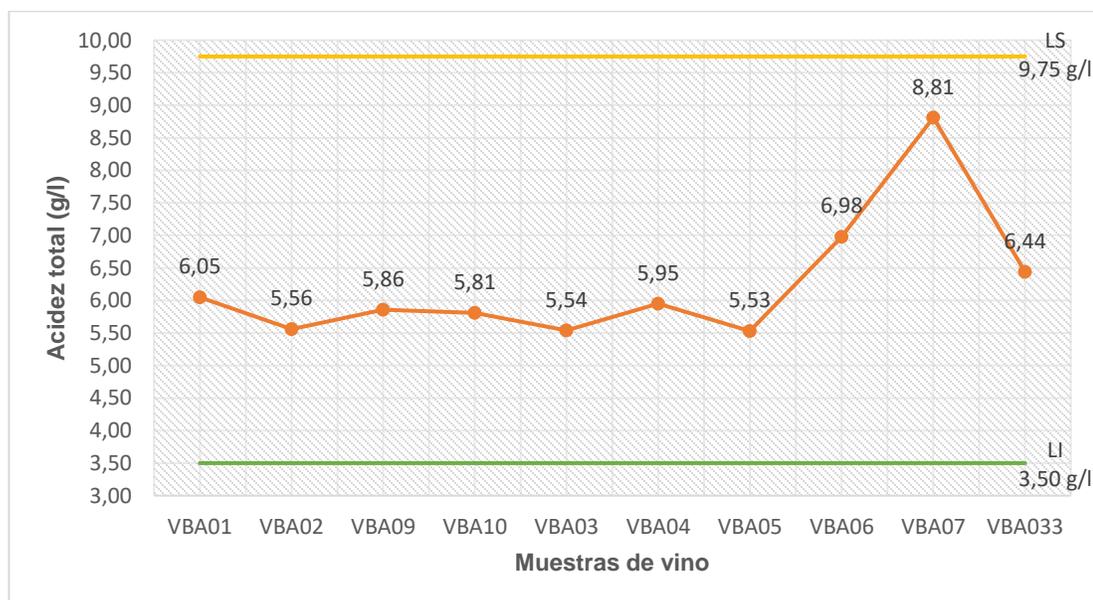
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15 Acidez total en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.15, se puede observar que los datos muestran una variabilidad considerable en los niveles de acidez total entre las diferentes muestras de vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción. La muestra VBA07 (8,81 g/l) muestra una cantidad de acidez total notablemente más elevada, mientras que la muestra VBA05 (5,53 g/l) tiene una acidez total más baja. Esta variabilidad sugiere que hay diferencias significativas entre los diferentes productores de vino.

4.3.8 Gráfica de control de contenido de acidez total en vinos blancos artesanales del lote N°1

En función de los datos la tabla 4.4, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos de la acidez total en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), la cual establece un valor máximo de 9,75 g/l y un valor mínimo de 3,5 g/l con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto se tomó en cuenta las diez muestras de vinos blancos artesanales pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.16 Control de contenido de acidez total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.16, se puede observar que todas las muestras de vino blanco artesanal cumplen con los requisitos de la normativa del IBNORCA, ya que las mediciones de acidez total se sitúan dentro del rango permitido. Las concentraciones de acidez total oscilan entre 5,53 g/l y 8,81 g/l. La mayoría de las muestras (VBA01, VBA02, VBA03, VBA04, VBA05, VBA09, VBA10) presentan valores de acidez total en el rango medio. Estos resultados indican un control eficaz de la acidez en las muestras, manteniéndolas en conformidad con las regulaciones del IBNORCA. Sin embargo, es crucial destacar que la muestra VBA07 se encuentra cerca del límite máximo permitido, registrando una acidez total de 8,81 g/l. Aunque aún cumple con la normativa del IBNORCA, este valor se acerca significativamente al límite superior.

4.3.9 Determinación de °Brix en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°1

En la tabla 4.5 se muestran los resultados obtenidos de °Brix en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción.

Tabla 4.5

Resultados de °Brix en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados
San Lorenzo	VBA01	°Brix	18,0
	VBA02	°Brix	23,0
	VBA09	°Brix	21,0
	VBA10	°Brix	16,4
Valle de la Concepción	VBA03	°Brix	13,6
	VBA04	°Brix	5,2
	VBA05	°Brix	20,2
	VBA06	°Brix	13,0
	VBA07	°Brix	17,0
	VBA033	°Brix	5,0

Fuente: Elaboración propia

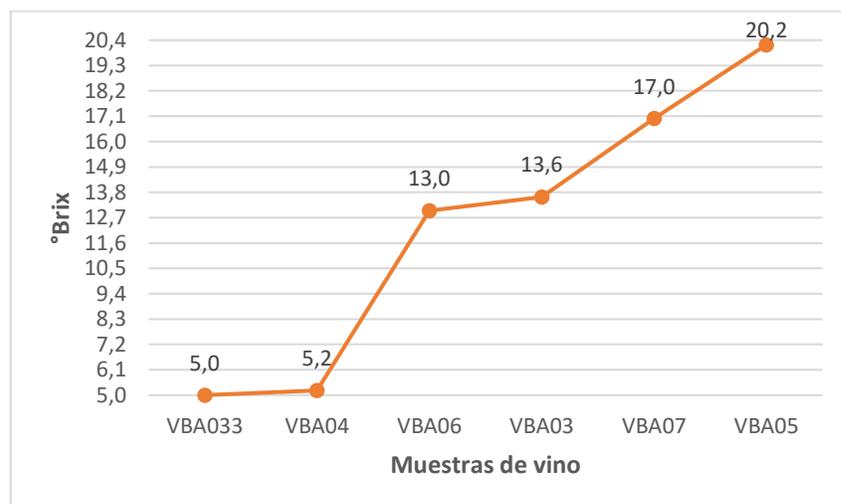
En la figura 4.17 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.18 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.5.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.17 °Brix en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.17, se puede observar que las muestras de vino VBA09 (21°Brix) y VBA02 (23°Brix) muestran una concentración de azúcar más elevada por lo que nos indica que son vinos blancos dulces, mientras que las muestras VBA10 (16,4°Brix) y VBA01 (18°Brix) tiene una concentración de azúcar relativamente más baja en comparación, por lo tanto, corresponden a vinos blancos semidulces.



Fuente: Elaboración propia

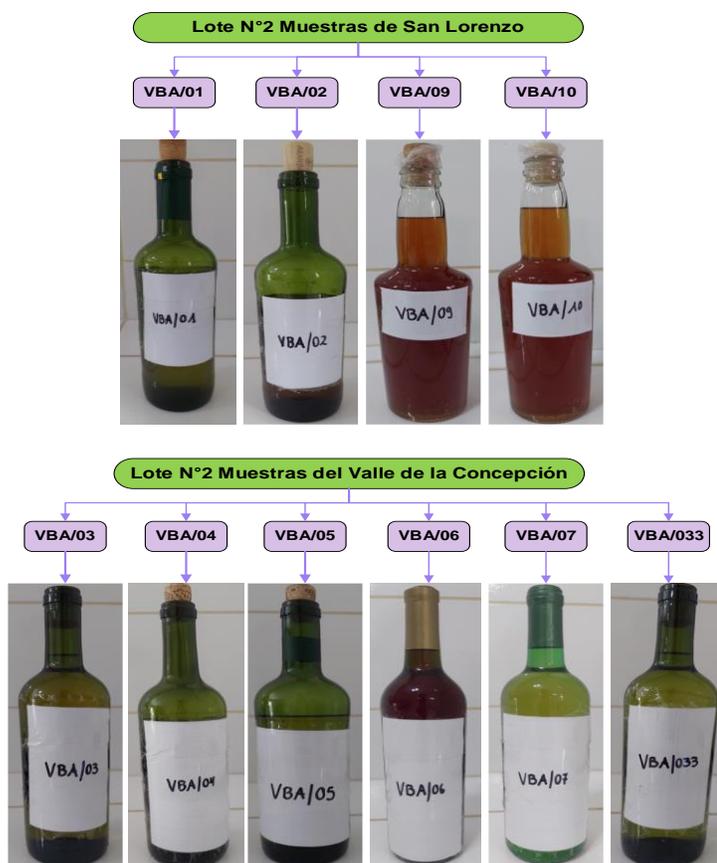
Figura 4.18 °Brix en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.18, se puede observar que la muestra de vino VBA05 (20,2°Brix) muestra una concentración de azúcar más elevada en comparación a las otras

muestras, por lo que nos indica que es un vino dulce, mientras que las muestras VBA06 (13,0°Brix), VBA03 (13,6°Brix) y VBA07 (17,0°Brix) tienen una concentración de azúcar relativamente más baja, por lo tanto corresponden a vinos blancos semidulces, finalmente las muestras VBA033 (5,0°Brix) y VBA04 (5,2°Brix) presentan una concentración de azúcar mucho más baja, por lo que se considera que son vinos blancos secos.

4.4 Caracterización de las muestras de vino blanco artesanal para el lote N°2

Para realizar la caracterización de las muestras de vino blanco artesanal para el lote N°2, se tomó en cuenta un total de diez muestras codificadas, las cuales se pueden observar en la figura 4.19.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.19 Caracterización de las muestras de vino blanco artesanal para el lote N°2

4.4.1 Determinación de anhídrido sulfuroso total en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°2

En la tabla 4.6 se muestran los resultados obtenidos del contenido de anhídrido sulfuroso total expresada (mg/l) en vinos blancos artesanales del lote N°2, de datos extraídos del (Anexo A).

Tabla 4.6

Contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados	Anexo
San Lorenzo	VBA/01	mg/l	269,7	Anexo A.11
	VBA/02	mg/l	20,1	Anexo A.12
	VBA/09	mg/l	27,6	Anexo A.13
	VBA/10	mg/l	18,8	Anexo A.14
Valle de la Concepción	VBA/03	mg/l	204,8	Anexo A.15
	VBA/04	mg/l	450,2	Anexo A.16
	VBA/05	mg/l	194,8	Anexo A.17
	VBA/06	mg/l	42,7	Anexo A.18
	VBA/07	mg/l	112,5	Anexo A.19
	VBA/033	mg/l	118,1	Anexo A.20

Fuente: CEANID, 2023

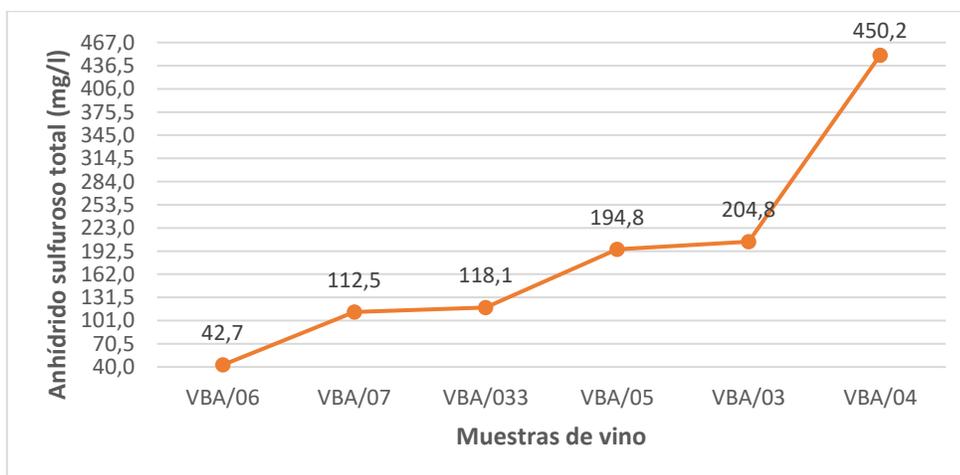
En la figura 4.20 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.21 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.6.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20 Contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.20, se puede observar que la muestra VBA/01 (269,7 mg/l) tiene un contenido de anhídrido sulfuroso total notablemente alto en comparación a las muestras VBA/10 (18,8 mg/l), VBA/02 (20,1 mg/l) y VBA/09 (27,6 mg/l) que tienen contenidos mucho más bajos. Por lo tanto, la muestra VBA/01 (269,7 mg/l) con el contenido mayor de anhídrido sulfuroso total da indicios de que se añadió o se utilizó metabisulfito de potasio en el proceso.



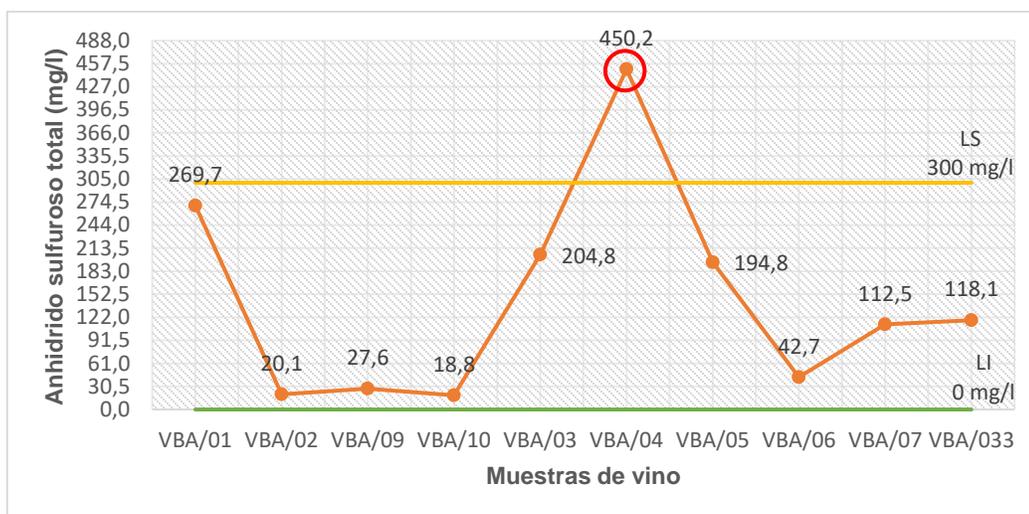
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.21 Contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.21, se puede observar que la muestra VBA/04 (450,2 mg/l) tiene un contenido de anhídrido sulfuroso total altamente elevado en comparación a las muestras VBA/06 (42,7 mg/l), VBA/07 (112,5 mg/l) y VBA/033 (118,1 mg/l) que tienen contenidos mucho más bajos, mientras que las muestras VBA/05 (194,8 mg/l) y VBA/03 (204,8 mg/l) también muestran contenidos relativamente altos de anhídrido sulfuroso total. Por lo tanto, las muestras VBA/05 (194,8 mg/l), VBA/03 (204,8 mg/l) y VBA/04 (450,2 mg/l) son las que tienen el contenido más elevado de anhídrido sulfuroso total, lo que nos da indicios de que se añadió o se utilizó metabisulfito de potasio en el proceso.

4.4.2 Gráfica de control de contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales del lote N°2

En función de los datos la tabla 4.6, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos con respecto al contenido de anhídrido sulfuroso total en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) la cual establece un rango permitido de 0 mg/l a 300 mg/l, con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto se tomó en cuenta las diez muestras de vinos blancos artesanales del lote N°2 pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.22 Control de contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.22, se puede observar que la mayoría de las muestras (VBA/01, VBA/02, VBA/03, VBA/05, VBA/07, VBA/033, VBA/09, VBA/10) cumplen con la norma establecida por el IBNORCA, ya que sus concentraciones de anhídrido sulfuroso total están dentro del rango permitido, a excepción de la muestra VBA/04 que presenta una concentración de 450,2 mg/l, superando significativamente el límite máximo establecido por la norma. Este resultado indica el incumplimiento de la normativa, la variabilidad en las concentraciones entre productores sugiere que hay diferencias significativas en los procesos de producción que involucra la adición de anhídrido sulfuroso en la elaboración de vino blanco artesanal.

4.4.3 Determinación del contenido de grado alcohólico en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°2

En la tabla 4.7 se muestran los resultados obtenidos del contenido de grado alcohólico expresado (%) en vinos blancos artesanales del lote N°2, todos los resultados fueron realizados con réplica (prueba 1 y prueba 2) en cada muestra.

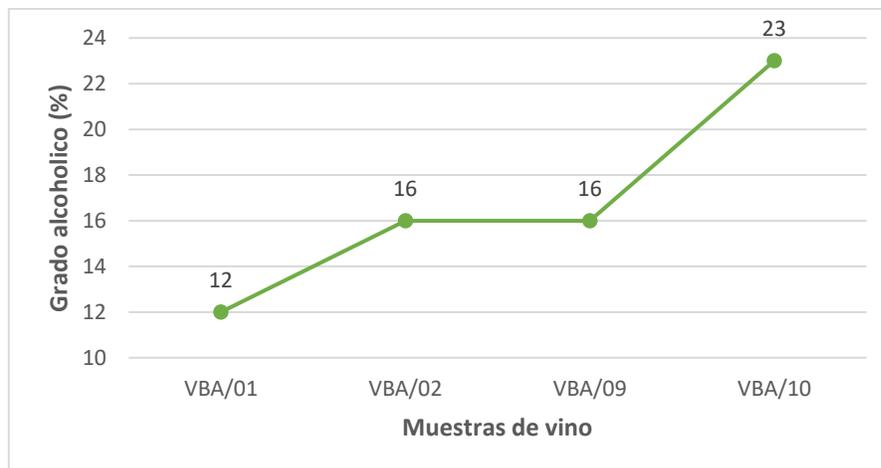
Tabla 4.7

Contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Densidad		Resultados (%)		Promedio (%)
		Prueba 1	Prueba 2	Prueba 1	Prueba 2	
San Lorenzo	VBA/01	0,98223	0,98238	12	12	12,0
	VBA/02	0,97723	0,97758	16	16	16,0
	VBA/09	0,97720	0,97701	16	16	16,0
	VBA/10	0,97016	0,97067	23	23	23,0
Valle de la Concepción	VBA/03	0,98059	0,98086	14	13	13,5
	VBA/04	0,98013	0,98091	14	13	13,5
	VBA/05	0,98374	0,98327	11	11	11,0
	VBA/06	0,98292	0,98349	12	11	11,5
	VBA/07	0,98503	0,98512	10	10	10,0
	VBA/033	0,97875	0,97856	15	15	15,0

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.23 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.24 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.7.

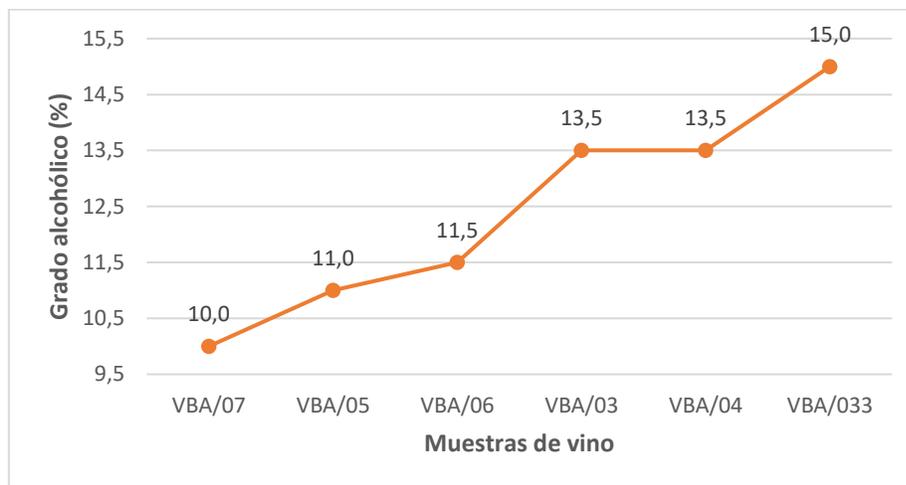


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23 Contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.23, se puede observar que la muestra VBA/10 (23%) tiene el contenido de grado alcohólico más elevado en comparación a las muestras VBA/01 (12%), VBA/02 (16%) y VBA/09 (16%). Esta variabilidad en los niveles de alcohol

puede deberse a factores como el tiempo de fermentación o las variedades de uva utilizadas en la vinificación.



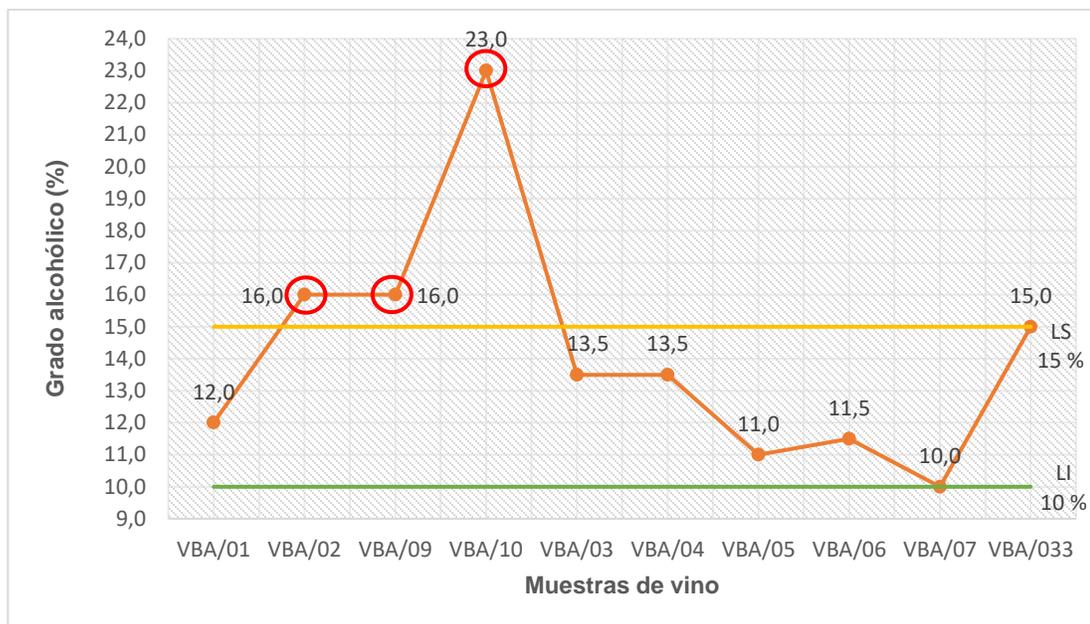
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.24 Contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.24, se puede observar que la muestra VBA/033 (15,0%) tiene el contenido de grado alcohólico más elevado en comparación a las muestras VBA/07 (10,0%), VBA/05 (11,0%), VBA/06 (11,5%), VBA/03 (13,5%) y VBA/04 (13,5%). Esta variabilidad en los niveles de alcohol puede deberse a factores como el tiempo de fermentación o las variedades de uva utilizadas en la vinificación.

4.4.4 Gráfica de control de contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales del lote N°2

En función de los datos de la tabla 4.7, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos con respecto al contenido de grado alcohólico en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) la cual establece un rango permitido de graduación alcohólica de 10% a 15%, con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto, se tomó en cuenta las diez muestras de vinos blancos artesanales del lote N°2 pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.25 Control de límites del contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.25, se puede observar que la mayoría de las muestras cumplen con los límites establecidos entre 10% y 15%, lo cual es positivo para la calidad del producto. Sin embargo, es crucial abordar las muestras que exceden los límites máximos como las muestras VBA/02 y VBA/09 (16%) las cuales están ligeramente por encima del límite máximo del 15%, mientras que la muestra VBA/10 (23%) está considerablemente por encima del límite máximo. Este resultado es alarmante, aunque la mayoría de las muestras están dentro de los límites, es crucial enfocarse en las muestras VBA/02, VBA/09 y, especialmente en VBA/10 para garantizar la calidad y cumplir con los estándares establecidos.

4.4.5 Determinación de pH en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°2

En la tabla 4.8 se muestran los resultados obtenidos de pH en vinos blancos artesanales del lote N°2, todos los resultados fueron realizados con réplica (prueba 1 y prueba 2) en cada muestra.

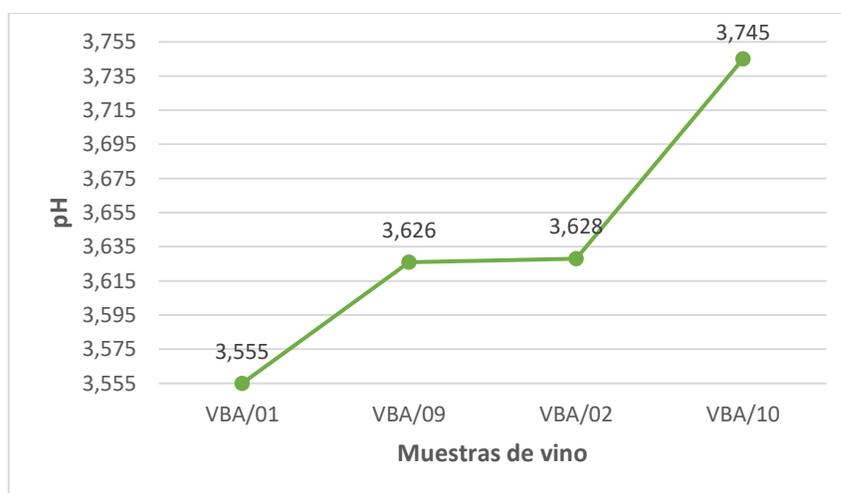
Tabla 4.8

Resultados de pH en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados		Promedio
			Prueba 1	Prueba 2	
San Lorenzo	VBA/01	pH	3,549	3,561	3,555
	VBA/02	pH	3,638	3,617	3,628
	VBA/09	pH	3,635	3,617	3,626
	VBA/10	pH	3,737	3,753	3,745
Valle de la Concepción	VBA/03	pH	3,738	3,771	3,755
	VBA/04	pH	3,700	3,719	3,711
	VBA/05	pH	3,620	3,655	3,638
	VBA/06	pH	3,480	3,467	3,474
	VBA/07	pH	3,586	3,583	3,585
	VBA/033	pH	3,661	3,680	3,671

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.26 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.27 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.8.

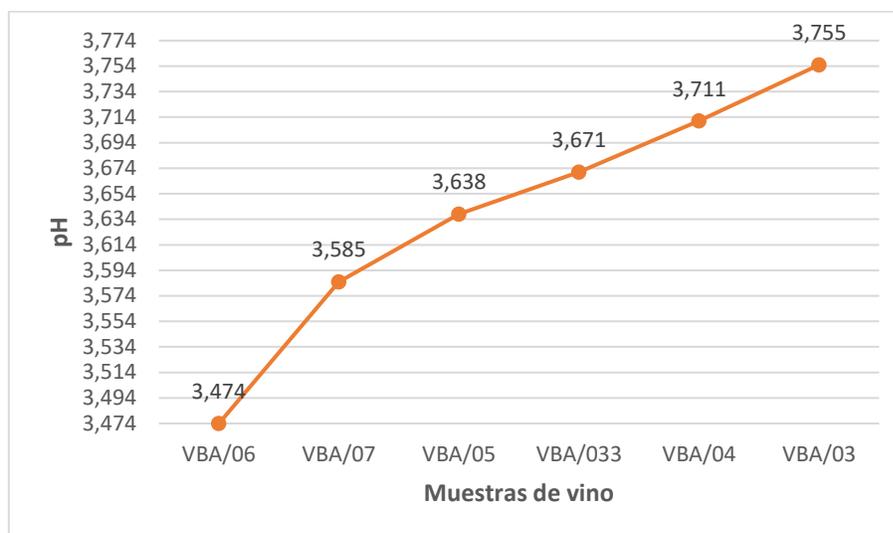


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.26 pH en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.26, se puede observar que el vino con el pH más bajo es el de la muestra VBA/01 (3,555), lo que indica una mayor acidez. Mientras que la muestra VBA/10 (3,745) tiene un pH más alto, lo que indica una menor acidez en comparación

con las otras muestras. Esta variabilidad puede deberse a factores como la variedad de uva, el momento de la cosecha y las diferentes prácticas de vinificación.



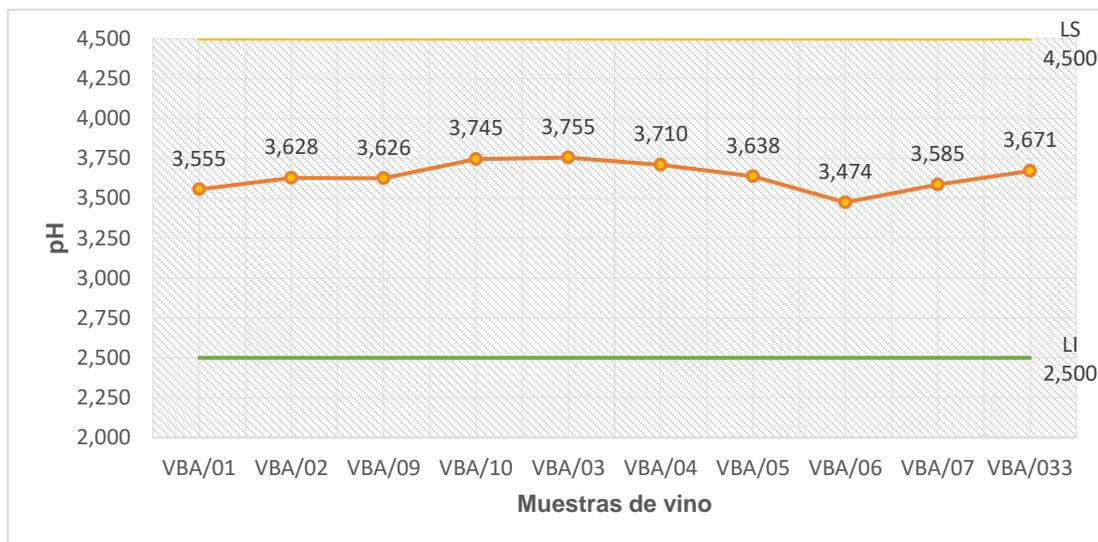
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.27 pH en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.27, se puede observar que el vino con el pH más bajo es el de la muestra VBA/06 (3,474) esto indica que esta muestra es la más ácida entre las seis. Las muestras con los valores de pH más altos son las muestras VBA/04 (3,711) y VBA/03 (3,755) indicando una menor acidez en comparación con las demás muestras.

4.4.6 Gráfica de control de límites de pH en vinos blancos artesanales del lote N°2

En función de los datos de la tabla 4.8, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos de pH en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), la cual establece un valor máximo de 4,5 y un valor mínimo de 2,5 con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto, se tomó en cuenta las diez muestras de vinos blancos artesanales del lote N°2 pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.28 Control de límites de pH en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.28, se puede observar que todos los valores de pH están dentro del rango aceptable de 2,5 a 4,5, lo cual es positivo. Esto sugiere consistencia en la acidez de las muestras, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos. La mayoría de las muestras están en el rango de 3,500 a 3,700, indicando una estabilidad en el pH.

4.4.7 Determinación de acidez total en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°2

En la tabla 4.9 se muestran los resultados obtenidos de acidez total expresados (g/l) en vinos blancos artesanales, todos los resultados fueron realizados con réplica (prueba 1 y prueba 2) en cada muestra.

Tabla 4.9

Resultados de acidez total en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados		Promedio
			Prueba 1	Prueba 2	
San Lorenzo	VBA/01	g/l	11,94	11,91	11,93
	VBA/02	g/l	6,27	6,29	6,28
	VBA/09	g/l	6,04	5,99	6,02
	VBA/10	g/l	6,29	6,32	6,31
Valle de la Concepción	VBA/03	g/l	5,64	5,66	5,65
	VBA/04	g/l	6,26	6,27	6,27
	VBA/05	g/l	5,01	5,04	5,03
	VBA/06	g/l	9,90	9,89	9,90
	VBA/07	g/l	7,78	7,75	7,77
	VBA0/33	g/l	6,30	6,35	6,33

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.29 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.30 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.9.

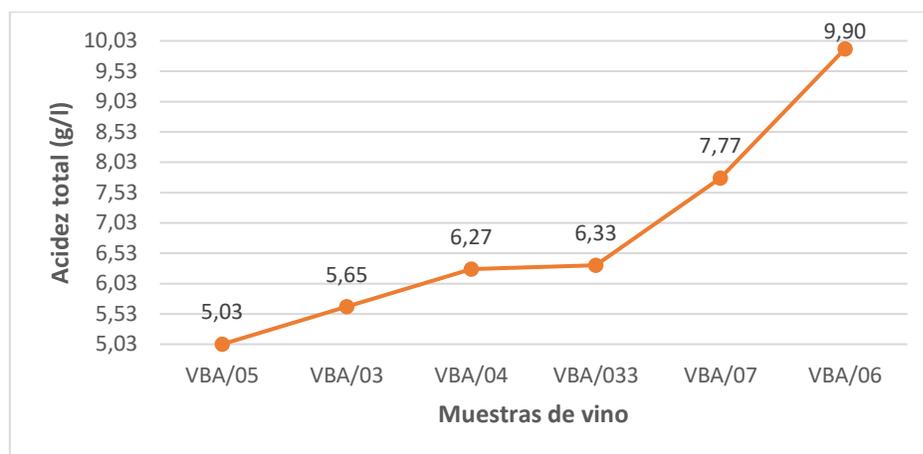


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.29 Acidez total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.29, se puede observar que los datos muestran una variabilidad significativa en los niveles de acidez total entre las diferentes muestras de vinos blancos artesanales de San Lorenzo. La muestra VBA/01 (11,93 g/l), tiene una acidez total notablemente más alta en comparación a las demás muestras VBA/09 (6,02 g/l),

VBA/02 (6,28 g/l) y VBA/10 (6,31 g/l) que tienen una acidez total más baja. Esta variabilidad puede ser atribuida a diferentes prácticas de vinificación, tipos de uva, y otros factores que pueden diferir entre los productores.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.30 Acidez total en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.30, se puede observar que las muestras VBA/06 (9,90 g/l) y VBA/07 (7,77 g/l) tienen una acidez total más elevada en comparación a las muestras VBA/05 (5,03 g/l), VBA/03 (5,65 g/l), y VBA/04 (6,27 g/l). Esta variabilidad puede ser atribuida a diferentes prácticas de vinificación, tipos de uva y otros factores que puede diferir entre productores.

4.4.8 Gráfica de control de límites de acidez total en vinos blancos artesanales del lote N°2

En función de los datos de la tabla 4.9, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos de acidez total en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), la cual establece un valor máximo de 9,75 g/l y un valor mínimo de 3,5 g/l con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto, se tomó en cuenta las diez muestras de vinos blancos artesanales del lote N°2 pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.31 Control de límites de contenido de acidez total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.31, se puede observar que algunos valores están fuera del rango especificado. La muestra VBA/01 tiene un valor de acidez total de 11,93 g/l, que supera el límite máximo de 9,75 g/l al igual que la muestra VBA/06 con una acidez total de 9,90 g/l, esto indica que estas muestras tienen una acidez significativamente alta, lo cual puede afectar la calidad del producto. Mientras que las demás muestras VBA/02 (6,28 g/l), VBA/09 (6,02 g/l), VBA/10 (6,31 g/l), VBA/03 (5,65 g/l), VBA/04 (6,27 g/l), VBA/05 (5,03 g/l), VBA/07 (7,77 g/l) y VBA/033 (6,33 g/l) se encuentran dentro de los rangos establecidos.

4.4.9 Determinación de °Brix en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°2

En la tabla 4.10 se muestran los resultados obtenidos de los °Brix en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción.

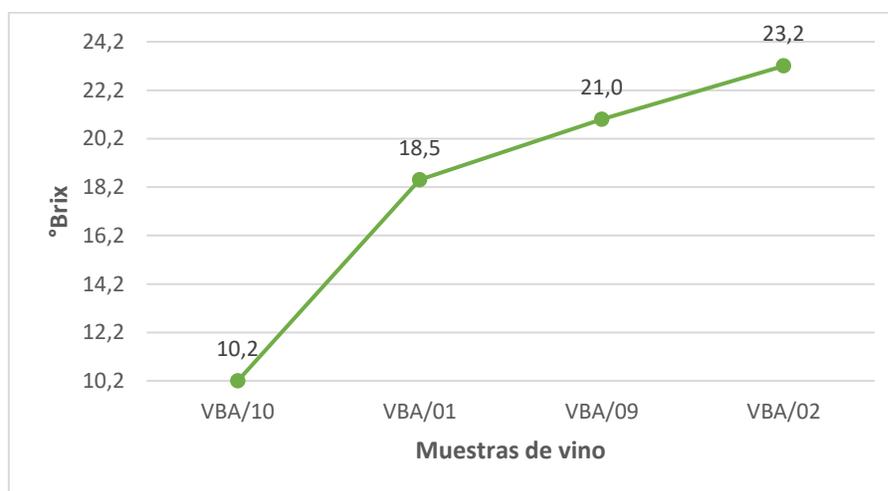
Tabla 4.10

Resultados de °Brix en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados
San Lorenzo	VBA/01	°Brix	18,5
	VBA/02	°Brix	23,2
	VBA/09	°Brix	21,0
	VBA/10	°Brix	10,2
Valle de la Concepción	VBA/03	°Brix	14,2
	VBA/04	°Brix	5,8
	VBA/05	°Brix	20,0
	VBA/06	°Brix	17,6
	VBA/07	°Brix	22,4
	VBA/033	°Brix	5,4

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.32 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.33 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.10.

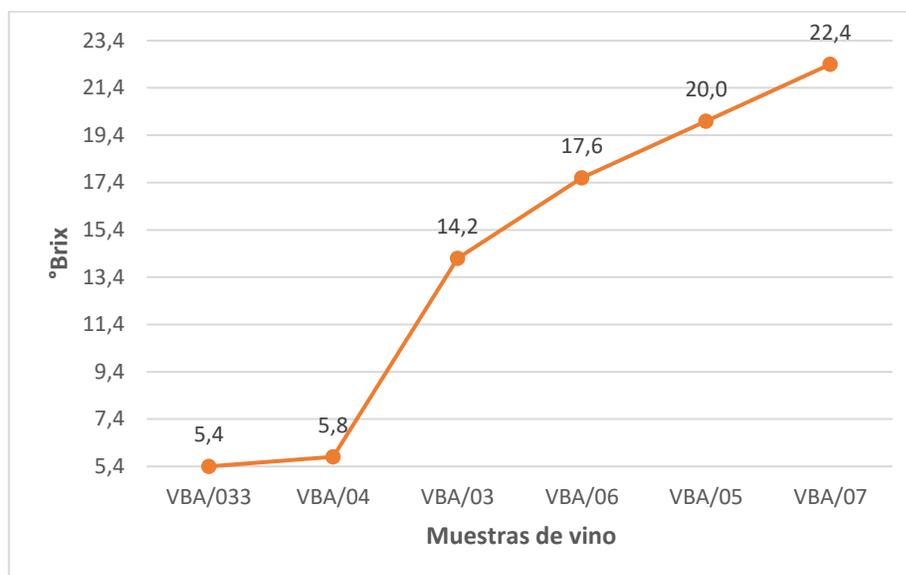


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.32 °Brix en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.32, se puede observar que las muestras de vino VBA/09 (21°Brix) y VBA/02 (23,2°Brix) muestran una concentración de azúcar más elevada por lo que nos indica que son vinos dulces, mientras que las muestras VBA/10 (10,2°Brix) y

VBA/01 (18,5°Brix) tiene una concentración de azúcar relativamente más baja en comparación, por lo tanto corresponden a vinos semidulces.



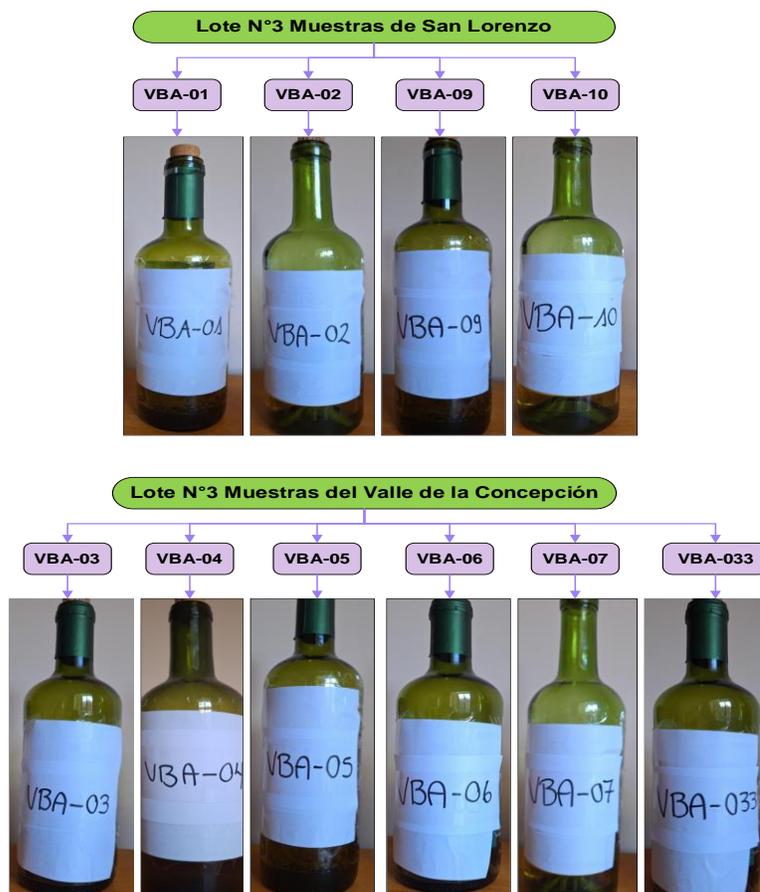
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.33 °Brix en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.33, se puede observar que las muestras de vino VBA/05 (20°Brix) y VBA/07 (22,4°Brix) muestran una concentración de azúcar más elevada en comparación a las otras muestras, por lo que nos indica que son vinos dulces, mientras que las muestras VBA/06 (17,6°Brix), VBA/03 (14,2°Brix) tienen una concentración de azúcar relativamente más baja, por lo tanto corresponden a vinos semidulces, finalmente las muestras VBA/033 (5,4°Brix) y VBA/04 (5,8°Brix) presentan una concentración de azúcar notablemente más baja por lo que se considera que son vinos secos.

4.5 Caracterización de las muestras de vino blanco artesanal para el lote N°3

Para realizar la caracterización de las muestras de vino blanco artesanal para el lote N°3, se toma en cuenta un total de diez muestras codificadas, las cuales se pueden observar en la figura 4.34.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.34 Caracterización de las muestras de vino blanco artesanal para el lote N°3

4.5.1 Determinación del contenido de anhídrido sulfuroso total en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°3

En la tabla 4.11 se muestran los resultados obtenidos del contenido de anhídrido sulfuroso total expresada (mg/l) en vinos blancos artesanales del lote N°3, de datos extraídos del (Anexo A). En este lote, se llevó a cabo el análisis únicamente de aquellas muestras que mostraron niveles elevados de dicho compuesto en lotes anteriores (lote N°1 y lote N°2), con el fin de identificar específicamente las muestras que pueden tener problemas de calidad con respecto al contenido de anhídrido sulfuroso total.

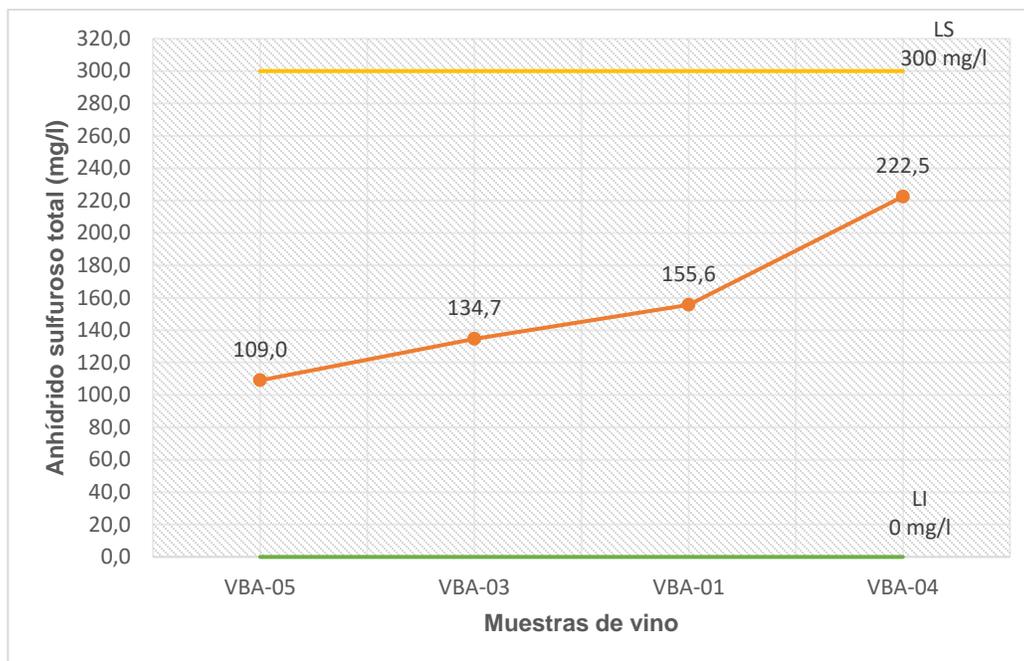
Tabla 4.11**Contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales**

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados	Anexo
San Lorenzo	VBA-01	mg/l	155,6	Anexo A.21
Valle de la Concepción	VBA-03	mg/l	134,7	Anexo A.22
	VBA-04	mg/l	222,5	Anexo A.23
	VBA-05	mg/l	109,0	Anexo A.24

Fuente: CEANID, 2023

4.5.2 Gráfica de control de contenido de anhídrido sulfuroso total en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°3

En función de los datos de la tabla 4.11, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos con respecto al contenido de anhídrido sulfuroso total en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) la cual establece un rango permitido de 0 mg/l a 300 mg/l, con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto, se tomó en cuenta cuatro muestras de vinos blancos artesanales (una perteneciente a San Lorenzo y tres al Valle de la Concepción) que fueron las que presentaron un mayor contenido de anhídrido sulfuroso total en lotes anteriores.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.35 Control de límites del contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Todos los resultados de las muestras VBA-01, VBA-03, VBA-04 y VBA-05 están dentro de los límites especificados (0 mg/l a 300 mg/l). No hay ninguna medida que se acerque peligrosamente al límite máximo de 300 mg/l, lo que indica un control adecuado del contenido de anhídrido sulfuroso total en estos lotes de vino blanco artesanal.

Es relevante destacar que, a pesar de que en lotes anteriores se hayan presentado resultados elevados, en el lote actual no se observan valores fuera de control. Esto podría indicar una mejora en el proceso de producción o en las medidas de control implementadas.

4.5.3 Determinación del contenido de grado alcohólico en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°3

En la tabla 4.12 se muestran los resultados obtenidos del contenido de grado alcohólico expresado (%) en vinos blancos artesanales del lote N°3, todos los resultados fueron realizados con réplica (prueba 1 y prueba 2) en cada muestra.

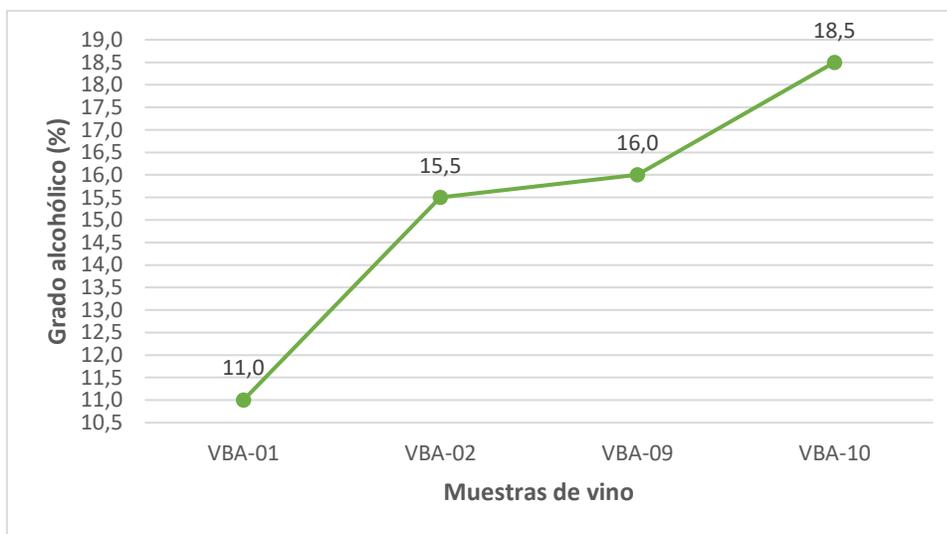
Tabla 4.12

Contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Densidad		Resultados (%)		Promedio (%)
		Prueba 1	Prueba 2	Prueba 1	Prueba 2	
San Lorenzo	VBA-01	0,98324	0,98307	11	11	11,0
	VBA-02	0,97791	0,97810	16	15	15,5
	VBA-09	0,97745	0,97726	16	16	16,0
	VBA-10	0,97523	0,97407	18	19	18,5
Valle de la Concepción	VBA-03	0,98220	0,98310	12	11	11,5
	VBA-04	0,98478	0,98388	10	11	10,5
	VBA-05	0,98231	0,98183	12	13	12,5
	VBA-06	0,97901	0,97863	15	15	15,0
	VBA-07	0,98446	0,98546	10	9	9,5
	VBA-033	0,97803	0,97877	15	15	15,0

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.36 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.37 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.12.

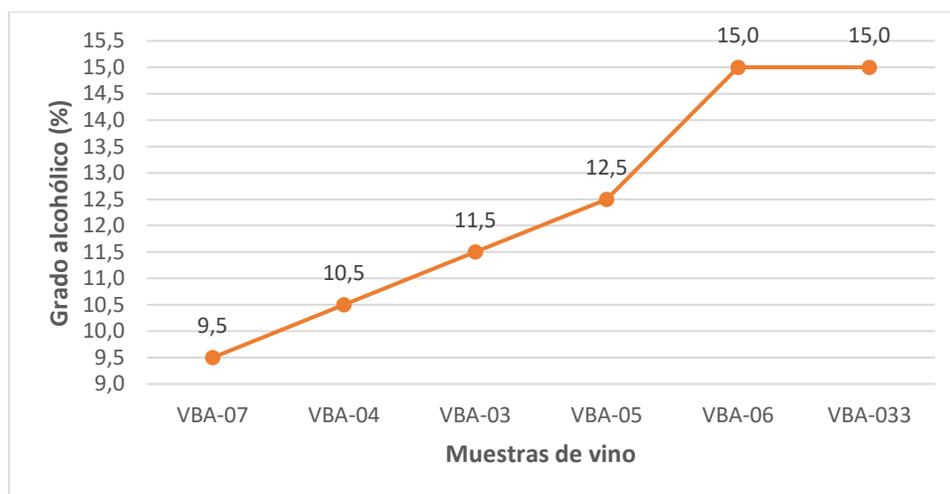


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.36 Contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.36, se puede observar que la muestra VBA-10 (18,5%) tiene el contenido de grado alcohólico más elevado en comparación a las muestras VBA-01

(11,0%), VBA-02 (15,5%) y VBA-09 (16,0%). Esta variabilidad en los niveles de alcohol puede deberse a factores como el tiempo de fermentación o las variedades de uva utilizadas en la vinificación.



Fuente: Elaboración propia

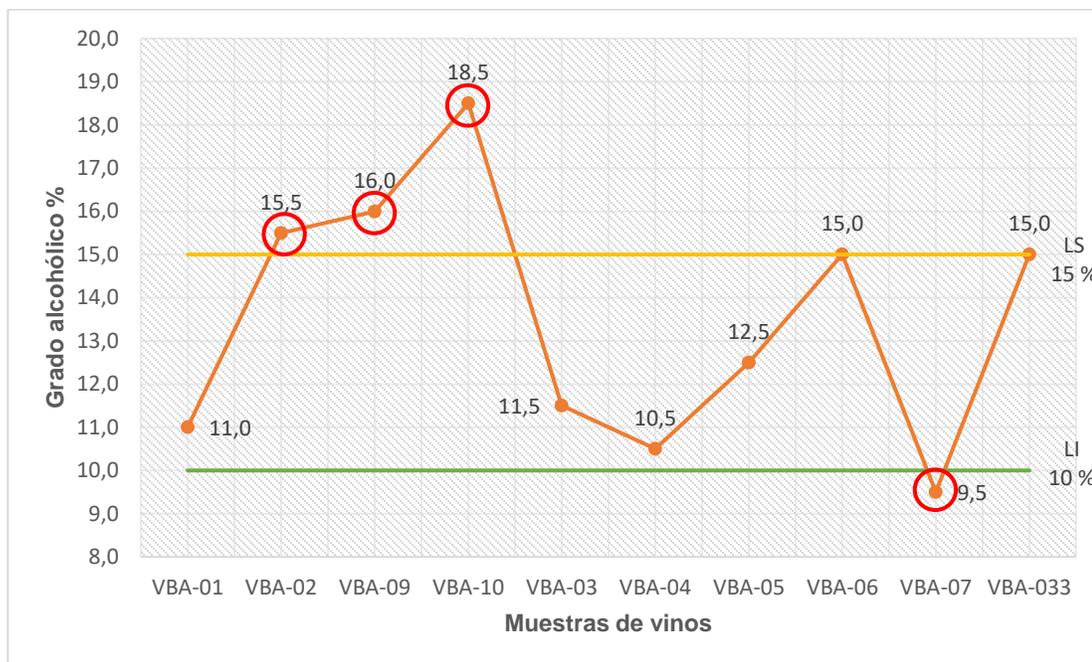
Figura 4.37 Contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.37, se puede observar que la muestra VBA-033 (15,0%) y VBA-06 (15,0%) tienen el contenido de grado alcohólico más elevado en comparación a las muestras VBA-07 (9,5%), VBA-04 (10,5%), VBA-03 (11,5%), y VBA-05 (12,5%). Esta variabilidad en los niveles de alcohol puede deberse a factores como el tiempo de fermentación o las variedades de uva utilizadas en la vinificación.

4.5.4 Gráfica de control de límites de contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales del lote N°3

En función de la tabla 4.12, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos con respecto al contenido de grado alcohólico en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) la cual establece un rango permitido de graduación alcohólica de 10% a 15%, con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto, se tomó en cuenta

las diez muestras de vinos blancos artesanales del lote N°3 pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.38 Control de límites del contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.38, se puede observar que la mayoría de las muestras cumplen con los límites establecidos entre 10% y 15%, lo cual es positivo para la calidad del producto. Sin embargo, es crucial abordar las muestras que exceden los límites máximos y mínimos, la muestra VBA-07 (9,5%) está ligeramente por debajo del límite mínimo, como la muestras VBA-02 (15,5%) y VBA-09 (16,0%) las cuales están ligeramente por encima del límite máximo del 15%, mientras que la muestra VBA-10 (18,5%) está considerablemente por encima del límite máximo. Este resultado es alarmante, aunque la mayoría de las muestras están dentro de los límites, es crucial enfocarse en las muestras VBA-02, VBA-09 y, especialmente en VBA-10 para garantizar la calidad y cumplir con los estándares establecidos.

4.5.5 Determinación de pH en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°3

En la tabla 4.13 se muestran los resultados obtenidos de pH en vinos blancos artesanales del lote N°3, todos los resultados fueron realizados con réplica (prueba 1 y prueba 2) en cada muestra.

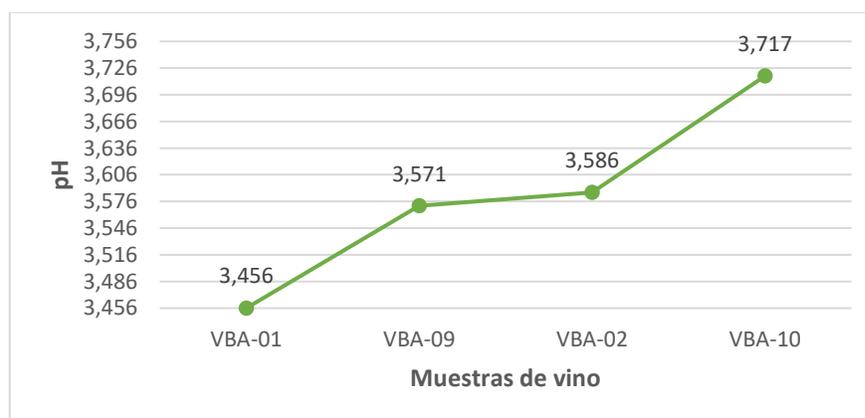
Tabla 4.13

Resultados de pH en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados		Promedio
			Prueba 1	Prueba 2	
San Lorenzo	VBA-01	pH	3,459	3,452	3,456
	VBA-02	pH	3,587	3,585	3,586
	VBA-09	pH	3,562	3,577	3,571
	VBA-10	pH	3,715	3,718	3,717
Valle de la Concepción	VBA-03	pH	3,700	3,671	3,689
	VBA-04	pH	3,485	3,470	3,478
	VBA-05	pH	3,548	3,554	3,551
	VBA-06	pH	3,554	3,558	3,556
	VBA-07	pH	3,535	3,506	3,521
	VBA-033	pH	3,636	3,614	3,625

Fuente: Elaboración propia

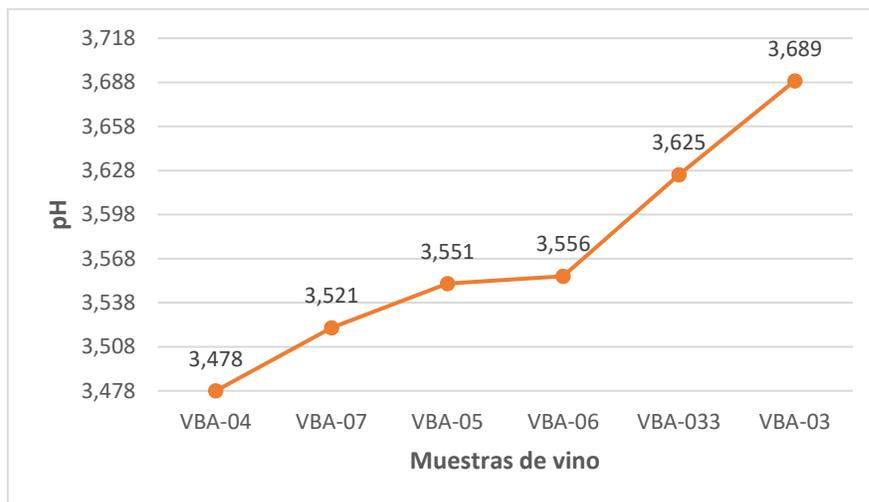
En la figura 4.39 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.40 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.13.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.39 pH en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.39, se puede observar que el vino con el pH más bajo es el de la muestra VBA-01 (3,456), esto indica que esta muestra es la más ácida entre las cuatro. Mientras que la muestra VBA-10 (3,717) tiene un pH más alto lo que indica una menor acidez en comparación a las demás muestras.



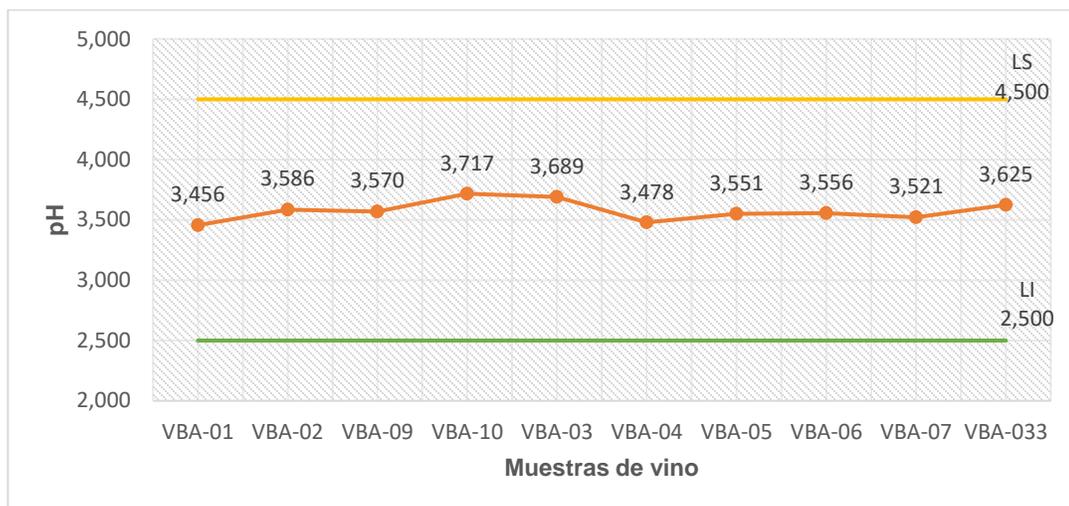
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.40 pH en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.40, se puede observar que la muestra VBA-04 (3,478) tiene el pH más bajo, esto indica que esta muestra es la más ácida entre las seis. Las muestras VBA-033 (3,625) y VBA03 (3,689) tienen valores de pH más altos, lo que indica una menor acidez en comparación con las muestras VBA-07 (3,521), VBA-05 (3,551) y VBA-06 (3,556).

4.5.6 Gráfica de control de límites de pH en vinos blancos artesanales del lote N°3

En función de los datos de la tabla 4.13, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos de pH en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), la cual establece un valor máximo de 4,5 y un valor mínimo de 2,5 con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto, se tomó en cuenta las diez muestras de vinos blancos artesanales del lote N°3 pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.41 Control de límites de pH en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.41, se puede observar que todos los valores de pH están dentro del rango aceptable de 2,5 a 4,5, lo cual es positivo. Esto sugiere consistencia en la acidez de las muestras, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos. La mayoría de las muestras están en el rango de 3,4 a 3,6, indicando una estabilidad en el pH.

4.5.7 Determinación de acidez total en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°3

En la tabla 4.14 se muestran los resultados obtenidos de acidez total expresados (g/l) en vinos blancos artesanales del lote N°3, todos los resultados fueron realizados con réplica (prueba 1 y prueba 2) en cada muestra.

Tabla 4.14

Resultados de acidez total en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados		Promedio
			Prueba 1	Prueba 2	
San Lorenzo	VBA-01	g/l	13,48	13,50	13,49
	VBA-02	g/l	7,48	7,50	7,49
	VBA-09	g/l	6,97	6,93	6,95
	VBA-10	g/l	7,45	7,43	7,44
Valle de la Concepción	VBA-03	g/l	7,06	7,02	7,04
	VBA-04	g/l	5,80	5,76	5,78
	VBA-05	g/l	6,28	6,32	6,30
	VBA-06	g/l	6,70	6,72	6,71
	VBA-07	g/l	9,21	9,19	9,20
	VBA-033	g/l	7,84	7,89	7,87

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.42 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.43 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.14.

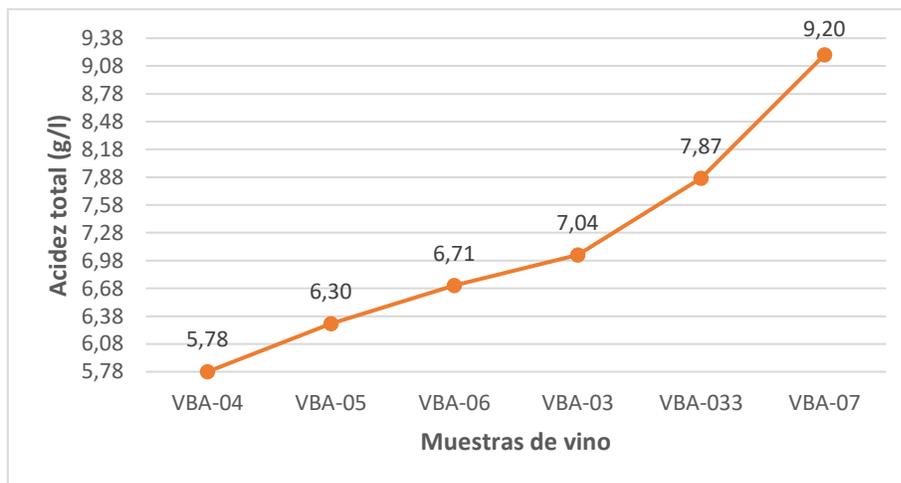


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.42 Acidez total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.42, se puede observar que los datos muestran una variabilidad significativa en los niveles de acidez total entre las diferentes muestras de vinos blancos artesanales de San Lorenzo. La muestra VBA-01 (13,49 g/l), tiene una acidez

total notablemente más alta en comparación a las demás muestras VBA-09 (6,95 g/l), VBA-10 (7,44 g/l) y VBA-02 (7,49 g/l) que tienen una acidez total más baja. Esta variabilidad puede ser atribuida a diferentes prácticas de vinificación, tipos de uva, y otros factores que pueden diferir entre los productores.



Fuente: Elaboración propia

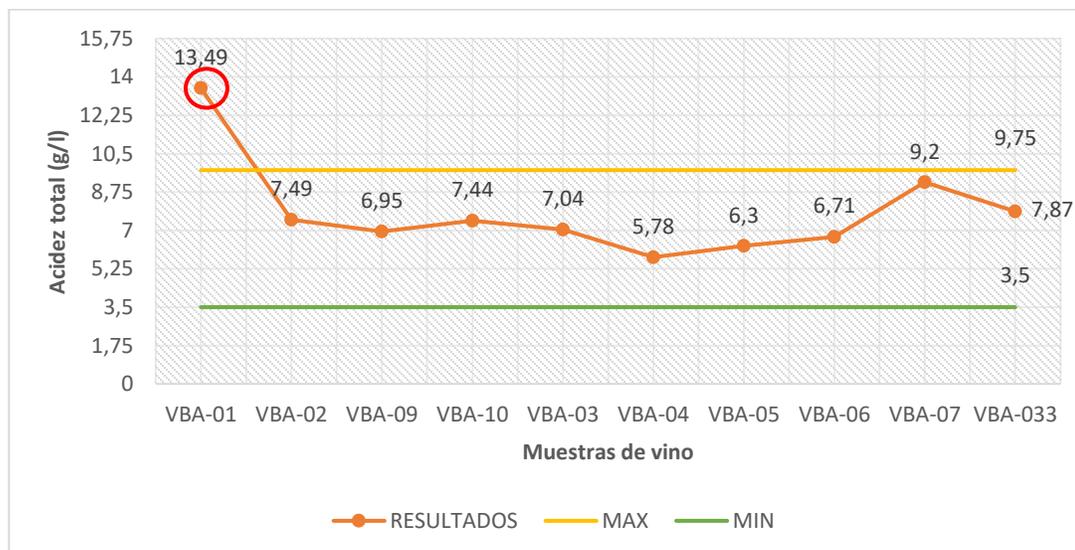
Figura 4.43 Acidez total en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.43, se puede observar que las muestras de vino VBA-033 (7,87 g/l) y VBA-07 (9,20 g/l) tienen una acidez total más elevada en comparación a las muestras VBA-04 (5,78 g/l), VBA-05 (6,3 g/l), y VBA-06 (6,71 g/l). Esta variabilidad puede ser atribuida a diferentes prácticas de vinificación como ser variedad y madurez de la uva o las diferentes técnicas de vinificación que puede diferir entre productores.

4.5.8 Gráfica de control de límites de acidez total en vinos blancos artesanales del lote N°3

En función de los datos de la tabla 4.14, se procedió a realizar la gráfica de control de límites máximos y mínimos acidez total en base a la norma NB 322002:2015 establecida por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), la cual establece un valor máximo de 9,75 g/l y un valor mínimo de 3,5 g/l con respecto a los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Para tal efecto, se tomó en cuenta las diez muestras de

vinos blancos artesanales del lote N°3 pertenecientes a San Lorenzo y el Valle de la Concepción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.44 Control de límites de contenido de acidez total en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción

Según la figura 4.44, se puede observar que algunos valores están fuera del rango especificado de 3,5 g/l a 9,75 g/l. La muestra VBA-01 tiene un valor de acidez total de 13,49 g/l, que supera significativamente el límite máximo (9,75 g/l), lo cual puede afectar la calidad del producto. Sin embargo, las demás muestras se encuentran dentro de los rangos establecidos.

4.5.9 Determinación de °Brix en las muestras de vino blanco artesanal del lote N°3

En la tabla 4.15 se muestran los resultados obtenidos de los °Brix en vinos blancos artesanales de San Lorenzo y el Valle de la Concepción.

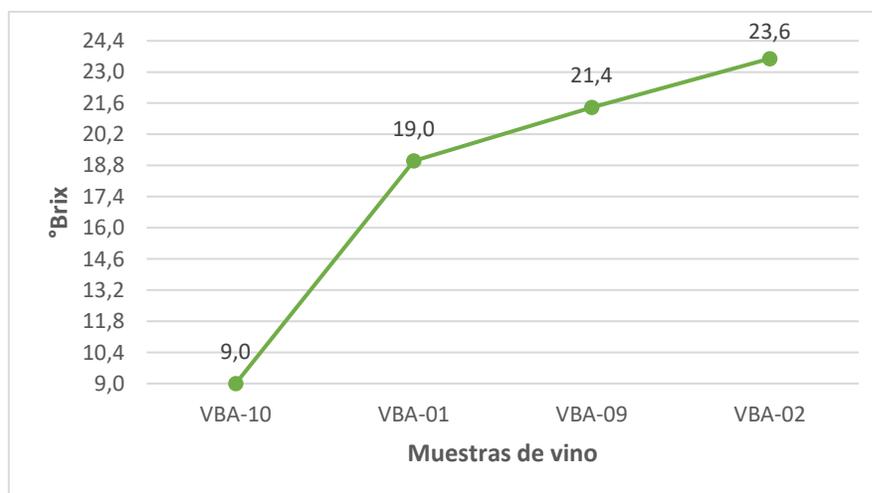
Tabla 4.15

Resultados de °Brix en vinos blancos artesanales

Localidad	Muestras	Unidad	Resultados
San Lorenzo	VBA-01	°Brix	19,0
	VBA-02	°Brix	23,6
	VBA-09	°Brix	21,4
	VBA-10	°Brix	9,0
Valle de la Concepción	VBA-03	°Brix	14,2
	VBA-04	°Brix	7,2
	VBA-05	°Brix	20,4
	VBA-06	°Brix	14,4
	VBA-07	°Brix	23,6
	VBA-033	°Brix	6,4

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.45 se muestran los resultados de las cuatro muestras de vino blanco artesanal de San Lorenzo. Por otro lado, en la figura 4.46 se muestran los resultados de las seis muestras de vino blanco del Valle de la Concepción, en base a los datos de la tabla 4.15.

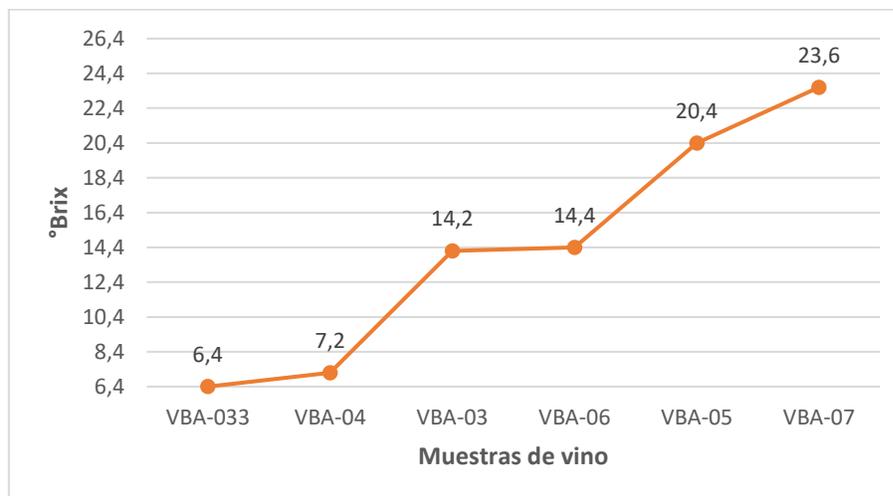


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.45 °Brix en vinos blancos artesanales de San Lorenzo

Según la figura 4.45, se puede observar que las muestras de vino VBA-09 (21,4°Brix) y VBA-02 (23,6°Brix) muestran una concentración de azúcar más elevada por lo que indica que son vinos dulces, mientras que las muestras VBA-10 (9,0°Brix) y VBA-01

(19,0°Brix) tiene una concentración de azúcar relativamente más baja en comparación, por lo tanto corresponden a vinos semidulces.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.46 °Brix en vinos blancos artesanales del Valle de la Concepción

Según la figura 4.46, se puede observar que las muestras de vino VBA-05 (20,4°Brix) y VBA-07 (23,6°Brix) muestran una concentración de azúcar más elevada en comparación a las otras muestras, por lo que indica que son vinos dulces, mientras que las muestras VBA-06 (14,4°Brix), VBA-03 (14,2°Brix) tienen una concentración de azúcar relativamente más baja, por lo tanto corresponden a vinos semidulces, finalmente las muestras VBA-033 (6,4°Brix) y VBA-04 (7,2°Brix) presentan una concentración de azúcar notablemente más baja por lo que se considera que son vinos secos.

4.6 Matriz de la variable respuesta anhídrido sulfuroso total en productores (muestras) de vino blanco

En la tabla 4.16, se puede observar la matriz correspondiente a la variable respuesta anhídrido sulfuroso total para los productores de vino blanco, donde se tomó en cuenta tan solo los resultados del lote N°1 y lote N°2, ya que en el lote N°3 solo se llevó a cabo el análisis de aquellas muestras que mostraron niveles elevados de anhídrido sulfuroso total en lotes anteriores (lote N°1 y lote N°2), por lo tanto, no se lo tomó en cuenta para el diseño experimental.

Tabla 4.16

Matriz de la variable respuesta anhídrido sulfuroso total

Productores artesanales de vino blanco											
Lotes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total (Yi)
1	159,9	7,5	13,7	11,2	259,9	221,6	83,0	15,6	89,9	70,2	932,5
	VBA01	VBA02	VBA09	VBA10	VBA03	VBA04	VBA05	VBA06	VBA07	VBA033	
2	269,7	20,1	27,6	18,8	204,8	450,2	194,8	42,7	112,5	118,1	1459,3
	VBA/01	VBA/02	VBA/09	VBA/10	VBA/03	VBA/04	VBA/05	VBA/06	VBA/07	VBA/033	
Total (Yj)	429,6	27,6	41,3	30,0	464,7	671,8	277,8	58,3	202,4	188,3	2391,8

Fuente: Elaboración propia

4.6.1 Análisis de varianza para la variable respuesta anhídrido sulfuroso total en muestras de vino blanco

En la tabla 4.17, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza del diseño experimental por bloques completamente al azar del programa estadístico StatGraphics (Centurión XVI) para Windows en los productores de vino blanco artesanal, donde la variable respuesta es la concentración de anhídrido sulfuroso total de datos extraídos del Anexo B (tabla B.3).

Tabla 4.17

Análisis de varianza de la variable respuesta anhídrido sulfuroso total

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Factor A	22.0054,3	9	1.3875,90	7,85	3,18*
Factor B	13.875,9	1	24.450,50	4,46	5,12
Error	28.023,4	9	3.113,71		
Total	261.953,6	19			

Fuente: Elaboración propia

(*) Significativo

En la tabla 4.17, según el análisis de varianza se observa que existen diferencias significativas en el factor A (productores), debido a que $F_{cal} > F_{tab}$ ($7,85 > 3,18$), por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha=0,05$. Sin embargo, para el factor B (lotes de vino), no existen diferencias significativas ya que

$F_{cal} < F_{tab}$ ($4,46 < 5,12$), por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.6.2 Estadístico de Tukey para la variable respuesta anhídrido sulfuroso total

La prueba de Tukey es un método que tiene como fin comparar las medias individuales provenientes de un análisis de varianza de varias muestras sometidas a tratamientos distintos y permite identificar específicamente cuáles medias de los grupos difieren significativamente entre sí. En la tabla 4.18, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey de los productores (muestras) de vino blanco para la variable respuesta anhídrido sulfuroso total, en base a los datos de la tabla 4.16.

Tabla 4.18

Estadístico de Tukey de productores de vino para la variable respuesta anhídrido sulfuroso total

Productores	N	Media	Agrupación	
P6	2	336,00	A	
P5	2	232,30	A	B
P1	2	214,80	A	B
P7	2	138,90	A	B
P9	2	101,20	A	B
P10	2	94,20	A	B
P8	2	29,20		B
P3	2	20,65		B
P4	2	15,00		B
P2	2	13,80		B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.18, se puede observar que entre los productores (P5, P1, P7, P9 y P10), no existe diferencia significativa; sin embargo, para los productores P6, P8 (Valle de la Concepción), P3, P4 y P2 (San Lorenzo), si existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Para ver tabla completa revisar Anexo B (tabla B.6).

4.7 Matriz de la variable respuesta grado alcohólico en productores (muestras) de vino blanco

En la tabla 4.19, se puede observar la matriz de datos correspondiente a la variable respuesta grado alcohólico para los productores de vino blanco, donde se tomó en cuenta las muestras de cada uno de los productores. Esta matriz se utilizó en el diseño experimental y se consideraron los resultados obtenidos del lote N°1, lote N°2 y lote N°3 de vino blanco artesanal.

Tabla 4.19

Matriz de la variable respuesta grado alcohólico

Productores de vino blanco artesanal											
Lotes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total (Yi)
1	11,0	13,0	15,0	18,0	11,5	15,0	12,5	17,5	11,0	16,5	141,0
	VBA01	VBA02	VBA09	VBA10	VBA03	VBA04	VBA05	VBA06	VBA07	VBA033	
2	12,0	16,0	16,0	23,0	13,5	13,5	11,0	11,5	10,0	15,0	141,5
	VBA/01	VBA/02	VBA/09	VBA/10	VBA/03	VBA/04	VBA/05	VBA/06	VBA/07	VBA/033	
3	11,0	15,5	16,0	18,5	11,5	10,5	12,5	15,0	9,5	15,0	135,0
	VBA-01	VBA-02	VBA-09	VBA-10	VBA-03	VBA-04	VBA-05	VBA-06	VBA-07	VBA-033	
Total (Yi)	34,0	44,5	47,0	59,5	36,5	39,0	36,0	44,0	30,5	46,5	417,5

Fuente: Elaboración propia

4.7.1 Análisis de varianza para la variable respuesta grado alcohólico en muestras de vino blanco

En la tabla 4.20, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza del diseño experimental por bloques completamente al azar del programa estadístico StatGraphics (Centurión XVI) para Windows en los productores de vino blanco artesanal, donde la variable respuesta es el contenido de grado alcohólico de datos extraídos del Anexo B (tabla B.7). Para la determinación del porcentaje de grado alcohólico, se utilizó el método de determinación por densidad relativa (picnometría).

Tabla 4.20

Análisis de varianza de la variable respuesta grado alcohólico

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Factor A	210,88	9	23,43	7,73	2,46*
Factor B	2,62	2	1,30	0,43	3,56
Error	54,55	18	3,03		
Total	268,04	29			

Fuente: Elaboración propia

(*) Significativo

En la tabla 4.20, según el análisis de varianza se observa que existe una diferencia significativa en el factor A (productores) debido a que $F_{cal} > F_{tab}$ ($7,73 > 2,46$), por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que hay diferencias significativas en las muestras (productores) de vino blanco para un nivel de significancia $\alpha=0,05$. Sin embargo, para el factor B (lotes de vino), no existen diferencias significativas ya que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,43 < 3,56$), por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.7.2 Estadístico de Tukey para las muestras de vino blanco artesanal con respecto a la variable respuesta grado alcohólico

La prueba de Tukey es un método que tiene como fin comparar las medias individuales provenientes de un análisis de varianza de varias muestras sometidas a tratamientos distintos y permite identificar específicamente cuáles medias de los grupos difieren significativamente entre sí. En la tabla 4.21, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey para la variable respuesta grado alcohólico, en base a los datos de la tabla 4.19.

Tabla 4.21

Estadístico de Tukey de productores de vino para la variable respuesta grado alcohólico

Productores	N	Media	Agrupación		
P4	3	19,83	A		
P3	3	15,67	A	B	
P10	3	15,50	A	B	
P2	3	14,83		B	C
P8	3	14,67		B	C
P6	3	13,00		B	C
P5	3	12,17		B	C
P7	3	12,00		B	C
P1	3	11,33		B	C
P9	3	10,17			C

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.21, se puede observar que entre los productores (P3, P10, P2, P8, P6, P5, P7, P1) no existe diferencia significativa; sin embargo, para los productores P4 (San Lorenzo) y P9 (Valle de la Concepción), si existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Para ver tabla completa revisar Anexo B (tabla B.10).

4.8 Matriz de la variable respuesta pH en productores (muestras) de vino blanco

En la tabla 4.22, se puede observar la matriz de datos correspondiente a la variable respuesta pH para los productores de vino blanco, donde se tomó en cuenta las muestras de cada uno de los productores. Esta matriz se utilizó en el diseño experimental, donde se consideraron los resultados obtenidos del lote N°1, lote N°2 y lote N°3 de vino blanco artesanal.

Tabla 4.22

Matriz de la variable respuesta pH

Productores de vino blanco artesanal											
Lotes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total (Yi)
1	3,600	3,655	3,518	3,634	3,618	3,616	3,464	3,455	3,576	3,514	35,65
	VBA01	VBA02	VBA09	VBA10	VBA03	VBA04	VBA05	VBA06	VBA07	VBA033	
2	3,555	3,628	3,626	3,745	3,755	3,711	3,638	3,474	3,585	3,671	36,39
	VBA/01	VBA/02	VBA/09	VBA/10	VBA/03	VBA/04	VBA/05	VBA/06	VBA/07	VBA/033	
3	3,456	3,586	3,571	3,717	3,689	3,478	3,551	3,556	3,521	3,625	35,75
	VBA-01	VBA-02	VBA-09	VBA-10	VBA-03	VBA-04	VBA-05	VBA-06	VBA-07	VBA-033	
Total (Yj)	10,61	10,87	10,72	11,09	11,06	10,81	10,65	10,49	10,68	10,81	107,79

Fuente: Elaboración propia

4.8.1 Análisis de varianza para la variable respuesta pH en vinos blancos artesanales

En la tabla 4.23, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza del diseño experimental por bloques completamente al azar del programa estadístico StatGraphics (Centurión XVI) para Windows en los productores de vino blanco artesanal, donde la variable respuesta es el pH de datos extraídos del Anexo B (tabla B.11). Para la determinación de pH, se utilizó el método de determinación por potenciometría.

Tabla 4.23

Análisis de varianza de la variable respuesta pH

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Factor A	0,11	9	0,0120	3,33	2,46*
Factor B	0,03	2	0,0160	3,34	3,56
Error	0,07	18	0,0037		
Total	0,21	29			

Fuente: Elaboración propia

(*) Significativo

En la tabla 4.23, según el análisis de varianza se observa que existe una diferencia significativa en el factor A (productores), debido a que $F_{cal} > F_{tab}$ ($3,33 > 2,46$), por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que hay diferencias significativas para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Sin embargo, para el factor B (lotes de vino), no existen diferencias significativas ya que $F_{cal} < F_{tab}$ ($3,34 < 3,56$), por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.8.2 Estadístico de Tukey para las muestras de vino blanco artesanal con respecto a la variable respuesta pH

La prueba de Tukey es un método que tiene como fin comparar las medias individuales provenientes de un análisis de varianza de varias muestras sometidas a tratamientos distintos y permite identificar específicamente cuáles medias de los grupos difieren significativamente entre sí. En la tabla 4.24, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey para la variable respuesta pH, en base a los datos de la tabla 4.22.

Tabla 4.24

Estadístico de Tukey de productores de vino para la variable respuesta pH

Productores	N	Media	Agrupación	
P4	3	3,698	A	
P5	3	3,687	A	B
P2	3	3,623	A	B
P10	3	3,603	A	B
P6	3	3,602	A	B
P3	3	3,571	A	B
P9	3	3,560	A	B
P7	3	3,551	A	B
P1	3	3,537	A	B
P8	3	3,495		B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.24, se puede observar que los productores P4 (San Lorenzo) y P8 (Valle de la Concepción) son estadísticamente significativos en comparación con los productores (P5, P2, P10, P6, P3, P9, P7 y P1) que no presentan diferencias significativas para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Para ver tabla completa revisar Anexo B (tabla B.14).

4.9 Matriz de la variable respuesta acidez total en productores (muestras) de vino blanco

En la tabla 4.25, se puede observar la matriz de datos correspondiente a la variable respuesta acidez total para los productores de vino blanco, donde se tomó en cuenta las muestras de cada uno de los productores. Esta matriz se utilizó en el diseño experimental, donde se tomaron en cuenta los resultados obtenidos del lote N°1, lote N°2 y lote N°3 de vino blanco artesanal.

Tabla 4.25

Matriz de la variable respuesta acidez total

Productores de vino blanco artesanal											
Lotes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total (Yi)
1	6,05	5,56	5,86	5,81	5,54	5,95	5,53	6,98	8,81	6,44	62,53
	VBA01	VBA02	VBA09	VBA10	VBA03	VBA04	VBA05	VBA06	VBA07	VBA033	
2	11,93	6,28	6,02	6,31	5,65	6,27	5,03	9,90	7,77	6,33	71,49
	VBA/01	VBA/02	VBA/09	VBA/10	VBA/03	VBA/04	VBA/05	VBA/06	VBA/07	VBA/033	
3	13,49	7,49	6,95	7,44	7,04	5,78	6,30	6,71	9,20	7,87	78,27
	VBA-01	VBA-02	VBA-09	VBA-10	VBA-03	VBA-04	VBA-05	VBA-06	VBA-07	VBA-033	
Total (Yj)	31,47	19,33	18,83	19,56	18,23	18,00	16,86	23,59	25,78	20,64	212,29

Fuente: Elaboración propia

4.9.1 Análisis de varianza para la variable respuesta acidez total en muestras de vino blanco

En la tabla 4.26, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza del diseño experimental por bloques completamente al azar del programa estadístico StatGraphics (Centurión XVI) para Windows en los productores de vino blanco artesanal, donde la variable respuesta es la acidez total de datos extraídos del Anexo B (tabla B.15). Para la determinación de acidez total expresada en ácido tartárico, se utilizó el método de determinación por volumetría.

Tabla 4.26

Análisis de varianza de la variable respuesta acidez total

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Factor A	60,72	9	6,74	3,63	2,46*
Factor B	12,46	2	6,23	3,35	3,56
Error	33,47	18	1,85		
Total	106,67	29			

Fuente: Elaboración propia

(*) Significativo

En la tabla 4.26, se puede observar que según el análisis de varianza si existe diferencia significativa en el factor A (productores), debido a que $F_{cal} > F_{tab}$ ($3,63 > 2,46$), por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que existen diferencias significativas para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Sin embargo, para el factor B (lotes de vino), no existen diferencias significativas ya que $F_{cal} < F_{tab}$ ($3,35 < 3,56$), por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.9.2 Estadístico de Tukey para las muestras de vino blanco artesanal con respecto a la variable respuesta acidez total

La prueba de Tukey es un método que tiene como fin comparar las medias individuales provenientes de un análisis de varianza de varias muestras sometidas a tratamientos distintos y permite identificar específicamente cuáles medias de los grupos difieren significativamente entre sí. En la tabla 4.27, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Tukey para la variable respuesta acidez total, en base a los datos de la tabla 4.25.

Tabla 4.27

Estadístico de Tukey de productores de vino para la variable acidez total

Productores	N	Media	Agrupación	
P1	3	10,49	A	
P9	3	8,59	A	B
P8	3	7,86	A	B
P10	3	6,88	A	B
P4	3	6,52	A	B
P2	3	6,44	A	B
P3	3	6,27	A	B
P5	3	6,07		B
P6	3	6,00		B
P7	3	5,62		B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.27, se puede observar que entre los productores (P9, P8, P10, P4, P2 y P3) no existe diferencia significativa; sin embargo, para los productores P1 (San Lorenzo) P5, P6 y P7 (Valle de la Concepción), si existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Para ver tabla completa revisar Anexo B (tabla B.18).

CAPÍTULO V

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones

- En la actualidad, la elaboración de vino artesanal se incrementó en el Valle de la Concepción y San Lorenzo. Para este estudio, se seleccionaron diez productores artesanales a través de la página web “El Gran Paititi” para la recolección de muestras.
- Los resultados de la determinación analítica de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales para el municipio de San Lorenzo, oscilan entre (7,5 y 269,7) mg/l, las muestras con los niveles más elevados son VBA-01: 155,6 mg/l (Lote N°3); VBA01: 159,9 mg/l (Lote N°1); VBA/01: 269,7 mg/l (Lote N°2). Para el Valle de la Concepción, van desde (15,6 a 450,2) mg/l, las muestras con los niveles más elevados son VBA03: 259,9 mg/l (Lote N°1); VBA04: 221,6 mg/l (Lote N°1); VBA/04: 450,2 mg/l (Lote N°2); VBA/03: 204,8 mg/l (Lote N°2); VBA-04: 222,5 mg/l (Lote N°3).
- Realizada la gráfica de control de límites de anhídrido sulfuroso total, se observó que todas las muestras indican que los vinos de San Lorenzo están dentro del parámetro máximo de 300 mg/l, destacan las muestras VBA01: 159,9 mg/l (Lote N°1); VBA/01: 269,7 mg/l (Lote N°2), con valores que se acercan considerablemente al límite máximo permitido, en contraste, las demás muestras de San Lorenzo tienen niveles mucho más bajos. En el caso de los vinos del Valle de la Concepción, tenemos un resultado de la muestra VBA/04: 450,2 mg/l (Lote N°2) superando significativamente el límite máximo exigido por la norma NB 322002:2015. Por otro lado, la muestra VBA03 del Lote N°1 tiene un valor de 259,9 mg/l, acercándose también al límite máximo permitido. Los niveles elevados de anhídrido sulfuroso total en vinos pueden ocurrir debido a factores como una dosificación incorrecta durante el proceso de vinificación y un control de calidad insuficiente durante la producción, lo que puede resultar en la adición excesiva de sulfitos.
- Los resultados de la determinación del grado alcohólico en vinos blancos artesanales para el municipio de San Lorenzo revelan que las muestras del

Lote N°1 tienen un contenido de alcohol que va desde 11% (VBA01) hasta 18% (VBA10), las del Lote N°2 oscilan entre 12% (VBA/01) y 23% (VBA/10), y las del Lote N°3 varían entre 11% (VBA-01) y 18,5% (VBA-10). En el Valle de la Concepción, las muestras del Lote N°1 varían entre 11% (VBA07) y 17,5% (VBA06), las del Lote N°2 van desde 10% (VBA/07) hasta 15% (VBA/033), y las del Lote N°3 oscilan entre 9,5% (VBA-07) y 15% (VBA-06 y VBA-033).

- La gráfica de control de límites de grado alcohólico muestra vinos blancos licorosos (contenido alcohólico mayor a 15%, y en otros casos menor al parámetro mínimo 10%, según norma NB 322002:2015. En San Lorenzo, las muestras que exceden el límite máximo permitido (15%) son: VBA10 del Lote N°1 (18%), VBA/02 y VBA/09 del Lote N°2 (16%), VBA/10 del Lote N°2 (23%), y VBA-02, VBA-09 y VBA-10 del Lote N°3 (15,5%, 16%, y 18,5% respectivamente). En el Valle de la Concepción, las muestras fuera de norma son VBA06 del Lote N°1 (17,5%) y VBA033 del Lote N°1 (16,5%). Adicionalmente, VBA-07 del Lote N°3 (9,5%) está por debajo del límite mínimo permitido (10%). Estos resultados sugieren que el grado alcohólico elevado en algunas muestras puede deberse a prácticas de fermentación inadecuadas, condiciones climáticas que afectan la maduración de las uvas, o variaciones en las técnicas de elaboración.
- Los resultados de la determinación de pH en vinos blancos artesanales son los siguientes: para el municipio de San Lorenzo, en el Lote N°1, los valores de pH oscilan entre 3,518 (VBA09) y 3,655 (VBA02); Lote N°2, van desde 3,555 (VBA/01) hasta 3,745 (VBA/10); Lote N°3, entre 3,456 (VBA-01) y 3,717 (VBA-10). Para el Valle de la Concepción en el Lote N°1, los valores de pH oscilan entre 3,455 (VBA06) y 3,618 (VBA03); Lote N°2, desde 3,474 (VBA/06) hasta 3,755 (VBA/03); Lote N°3, entre 3,478 (VBA-04) y 3,689 (VBA-03).
- La gráfica de control de límites de pH indica que las muestras de vinos blancos artesanales del municipio de San Lorenzo y del Valle de la Concepción cumplen con los límites establecidos por la norma NB 322002:2015 (2,5 a 4,5).

Esta conformidad es crucial para garantizar la calidad y estabilidad de los vinos, ya que el pH adecuado favorece la conservación del producto y contribuye a mantener sus características organolépticas deseadas durante el almacenamiento y consumo.

- Los resultados de la determinación de acidez total en vinos blancos artesanales son los siguientes: para el municipio de San Lorenzo en el Lote N°1, los valores de acidez total oscilan entre 5,56 g/l (VBA02) y 6,05 g/l (VBA01); Lote N°2, desde 6,02 g/l (VBA/09) hasta 11,93 g/l (VBA/01); Lote N°3, desde 6,95 g/l (VBA-09) a 13,49 g/l (VBA-01). Para el Valle de la Concepción en el Lote N°1, los valores de acidez total oscilan entre 5,53 g/l (VBA05) y 8,81 g/l (VBA07); Lote N°2, desde 5,03 g/l (VBA/05) hasta 9,90 g/l (VBA/06); Lote N°3, entre 5,78 g/l (VBA-04) y 9,20 g/l (VBA-07).
- La gráfica de control de límites de acidez total indica que la mayoría de las muestras de vinos blancos artesanales de San Lorenzo y del Valle de la Concepción se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma NB 322002:2015 (3,5 a 9,75 g/l). No obstante, algunas muestras no cumplen con estos estándares: en San Lorenzo, las muestras VBA/01 del Lote N°2 (11,93 g/l) y VBA-01 del Lote N°3 (13,49 g/l) exceden el límite máximo permitido. En el Valle de la Concepción, la muestra VBA/06 del Lote N°2 (9,90 g/l) también incumple esta normativa. El exceso de acidez total en vinos blancos artesanales puede estar influenciado por diversos factores como la variedad de la uva, condiciones climáticas, diferentes prácticas de vinificación (fermentación, despalillado y estrujado). Implementar correcciones en las prácticas de vinificación puede mitigar este problema y asegurar que los vinos cumplan con los estándares de calidad requeridos.
- Los resultados de la determinación de °Brix en vinos blancos artesanales del municipio de San Lorenzo, indican que, en el lote N°1 los valores oscilan entre 16,4°Brix (VBA10) y 23,0°Brix (VBA02; lote N°2 valores entre 10,2° Brix (VBA/10) y 23,2°Brix (VBA/02); lote N°3 varían entre 9,0°Brix (VBA-10) y 23,6°Brix (VBA-02). Para el Valle de la Concepción en el lote N°1, las muestras

presentan valores que oscilan entre 5,0°Brix (VBA033) y 20,2°Brix (VBA05); lote N°2 entre 5,4°Brix (VBA033) y 22,4°Brix (VBA/07); lote N°3 desde 6,4°Brix (VBA-033) hasta 23,6°Brix (VBA-07).

- Aplicado el diseño experimental por bloques completamente al azar en la determinación de anhídrido sulfuroso total, grado alcohólico, pH y acidez total en las muestras de vino blanco artesanal, se estableció que el factor A (productores de vino) presenta diferencias significativas en todas las variables respuestas, para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.
- Realizado el análisis de Tukey para el contenido de anhídrido sulfuroso total en vinos blancos artesanales reveló que el productor P6 (Valle de la Concepción) presentó niveles significativamente más altos. Esto sugiere una posible aplicación excesiva de sulfitos durante la vinificación. Por lo tanto, es esencial implementar un monitoreo cuidadoso y ajustes en las prácticas de elaboración para asegurar el cumplimiento con los estándares de calidad y seguridad alimentaria establecidos para vinos.
- De acuerdo con el análisis de Tukey sobre el contenido de grado alcohólico en vinos blancos artesanales, los productores P4 (San Lorenzo) y P9 (Valle de la Concepción) mostraron una mayor cantidad de diferencias significativas en comparación con otros productores. Estas diferencias pueden deberse a variaciones en sus métodos de fermentación o en las características de las uvas utilizadas.
- Realizado el análisis estadístico de Tukey para el pH en vinos blancos artesanales, los productores P4 y P8, mostraron diferencias estadísticamente significativas a comparación de otros productores. Estos hallazgos sugieren que existen variaciones en la acidez entre estos productores, lo cual podría influir significativamente en las características organolépticas y la calidad final de sus vinos.

- De acuerdo con el análisis de Tukey sobre el contenido de acidez total en vinos blancos artesanales, los productores P1, P5, P6 y P7 presentan diferencias significativas. Estas diferencias pueden deberse a variaciones en los procesos de vinificación, tales como el manejo del pH durante la fermentación y la elección de las uvas, lo que impacta directamente en el contenido de acidez total de los vinos.

5.2 Recomendaciones

- Los productores de vino artesanal deben ser asesorados por un profesional calificado o entidad (CEVITA), para garantizar que cumplan con los Requisitos-Fisicoquímicos y sean inocuos para el consumidor.
- Las entidades como el SENASAG deben realizar un mayor control a los vinos artesanales para dar cumplimiento de los requisitos exigidos por la norma NB 322002:2015.
- Explorar alternativas y métodos para reducir el uso de sulfitos, tales como la implementación de técnicas de vinificación más naturales y el uso de otros conservantes aprobados, con el fin de minimizar el impacto en la salud del consumidor. Es crucial considerar que el consumo de sulfitos en niveles superiores a los permitidos puede ocasionar efectos adversos en la salud.
- Divulgar los resultados obtenidos de los niveles de anhídrido sulfuroso total en los vinos blancos puede sensibilizar a los productores sobre la importancia de controlar este compuesto. Esto puede conducir a mejoras en las prácticas de elaboración, resultando en vinos de mejor calidad y más seguros para el consumo. La transparencia en estos datos puede aumentar la confianza del consumidor y promover el consumo responsable.