

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 ANTECEDENTES

La viticultura o vitivinicultura (ciencia del cultivo de la vid), es una de las empresas con más tradición ampliamente arraiga desde la antigüedad hasta la sociedad moderna. La evidencia más temprana de producción de vino proviene de Armenia (sitio arqueológico) y data de aproximadamente 6000 años atrás (4000 AC). En este sitio se han encontrado trazas de antocianinas y ácido tartárico (presentes en mostos y vinos) en restos de cerámicas, junto con restos de semillas, tallos y hollejos de la vid (*Vitis vinífera*) e incluso restos de lo que parece ser un sitio de prensado. (Román, 2019)

El vino es exclusivamente la bebida que resulta de la fermentación alcohólica completa o parcial de la uva fresca, estrujada o no, o del mosto de uva. Su grado alcohólico adquirido no puede ser inferior a 8,5 ° GL. Sin embargo, teniendo en cuenta las condiciones climáticas, de terruño o de variedad, de factores cualitativos especiales o de tradiciones propias de ciertos viñedos, el grado alcohólico total mínimo podrá establecerse en 7 ° GL. por medio de una legislación particular de la región considerada. (Salvador, 2016)

La uva en Bolivia tiene precedentes desde el año 1535 en que llegaron los españoles e introdujeron el cultivo de la vid por razones económicas, culturales e ideológico religiosas. Los viñedos ingresaron al país a través del Perú. Las primeras plantaciones fueron realizadas en las cercanías de las poblaciones de Tupiza (1535), de La Plata (1538), en el valle de Luribay (1555). En Mizque en Cochabamba proliferaron hacia 1600 y luego se fueron extendiendo por otros valles, sobre todo en el Cañón de Cinti.

En 1606 los religiosos jesuitas y agustinos realizaron las primeras plantaciones de uva en el departamento de Tarija. Los primeros vinos fueron elaborados en esos lugares de cultivo. La bebida era utilizada en las celebraciones católicas, en las fiestas y en usos culinarios. Hacia principios del siglo XX, la región de Cinti fue testigo de un importante desarrollo e industrialización de la producción de vino. Se estima que el cultivo de la vid para uva de mesa, vino y singani sobrepasó las 1000 hectáreas en el valle de los Cintis. A partir de la década de los 1960, reforzándose en la década de los 1970 comenzó el proceso de industrialización del vino, instalándose la industria en el

departamento de Tarija, produciéndose inicialmente vino común tinto y blanco. Hoy en día, el Valle Central de Tarija es el principal productor de uva en Bolivia tanto para la producción de uva de mesa como para la elaboración de vino y singani.

Tarija ubicada al sur del país es la principal zona productora de uva en Bolivia, y el Valle Central de Tarija se va convirtiendo en un sitio ideal para el cultivo de la uva y la fabricación de vinos y singanis. (Hidalgo,2008)

El orujo de uva generado en el proceso de vinificación mantiene algunas de las características propias de la uva, como son sus compuestos antioxidantes y su contenido de fibra, los que no fueron extraídos en su totalidad durante la vinificación quedando todavía presentes en altas concentraciones. (Quisbert, 2019).

## **1.2. Mercado del vino**

### **1.2.1. Mercado consumidor**

Estados Unidos, primer consumidor mundial desde 2011, vuelve a registrar un aumento de la demanda interna. En 2020, alcanza los 35,2 Mill. Hl, lo que representa un pequeño aumento (1,5 %) con respecto al año anterior. De hecho, desde el año 2010, se produce un aumento prácticamente constante del consumo de aproximadamente 1 MHI /año.

En Sudamérica, el consumo disminuye en 2020 con respecto a 2018 y 2019 principalmente en Argentina (8,4 Mill. Hl; reducción del 6,3 % con respecto a 2019) y en Chile (2,3 Mill. Hl; reducción del 1,5% con respecto a 2019). No obstante, el consumo de Brasil en 2018 permanece prácticamente estable con respecto a 2019 y alcanza los 3,6 Mill. Hl. (OIV,2020)

En los países europeos tradicionalmente productores y consumidores, el consumo permanece prácticamente estable frente al año anterior en Francia (28,1 Mill. Hl) y en Italia (25,7 Mill. Hl). Los datos sobre Alemania indican la estabilización del consumo en 21,9 Mill. Hl. En 2019 y por tercer año consecutivo, España aumenta ligeramente el consumo y alcanza los 11,8 Mill. Hl. Portugal también registra un aumento del consumo de vino y alcanza los 6,5 Mill. Hl en 2019.

**Tabla I-1. Consumo de vino nivel mundial**

<b>Países</b>	<b>2019 Mill. hl</b>	<b>2020 Mill. hl</b>
EE.UU.	33,6	35,2
Francia	26,9	28,1
Italia	24,6	25,7
Alemania	20,5	21,9
China Continental	19,3	18,0
Reino Unido	12,7	12,4
Rusia	11,1	11,9
España	10,5	10,7
Argentina	8,9	8,4
Australia	8,6	6,3
Portugal	5,2	5,5
Brasil	4,1	4,5
Canadá	4,9	5,6
Sudáfrica	4,5	4,0
Rumania	3,6	3,6
Países Bajos	3,5	3,5
Japón	3,5	3,5
Suiza	3,8	3,9
Bélgica	2,8	2,9
Otros Países	29,5	29,0

**Fuente:** OIV. 2020

### **1.2.2. Principales exportadores mundiales**

El análisis por países indica que los intercambios de vino siguen dominados principalmente por España, Italia y Francia, que representan entre los tres más del 50,7 % del volumen del mercado mundial en 2019, lo que equivale a 54,8 Mill. hl. Esta cuota de mercado se encuentra ligeramente a la baja con respecto a 2018, cuando dichos países representaban el 55,1 % del mercado mundial. Por lo que respecta al volumen, se observa un importante aumento de las exportaciones de Argentina (23,5 %) y Australia (10,2 %) y un aumento menos acusado en Estados Unidos (1,4 %) con respecto a 2017. (OIV. 2019)

Por lo que respecta al valor, Francia e Italia siguen dominando el mercado con una cuota del 19,6 % y el 9,3 %, respectivamente. La baja producción vitícola de 2018

repercutió en los precios medios de las exportaciones, especialmente en los países europeos. Se observa un aumento del valor en Francia (2,8 %), Italia (3,3 %), España (1,9 %), Alemania (2,6 %) y Portugal (3,1 %). Fuera de Europa, se registra un importante aumento en Australia (3,2 %) y Sudáfrica (4,9 %), mientras que en Chile, Estados Unidos, Argentina y Nueva Zelanda los valores están a la baja. (OIV. 2019)

**Tabla I-2. Principales exportadores de vino**

País	Volumen de producción en millones de hectolitros
Italia	50,2
Francia	37,6
España	35,3
Estados Unidos	24,1
Australia	14,2
Chile	13,2
Argentina	12,5
Sudáfrica	10,6
Alemania	8,0
Portugal	7,3
China	5,9
Rusia	4,5
Rumania	4,5
Brasil	3,6
Nueva Zelanda	2,7

**Fuente:** statica, 2021

**Figura I-1. Principales exportadores de vino**



**Fuente:** Statica, 2021

### 1.2.3. Principales importadores mundiales

Los cinco primeros importadores (Alemania, Reino Unido, Estados Unidos, Francia y China) siguen representando más de la mitad del total de las importaciones. En 2018, la mayor parte de los mercados permanecen bastante estables en volumen. Además, los principales países importadores, con la excepción de China y Rusia, presentan leves aumentos en valor.

**Tabla I-3. Principales importadores de vino (Países con importaciones de vinos superiores a los 2 Mill. hl en 2020)**

País	Volumen (Mill.hl)		Valor (Mill.EUR)	
	2019	2020	2019	2020
EEUU	19,2	19,5	3570	3648
Reino Unido	13,3	13,2	3546	3510
Alemania	12,1	11,5	5232	5245
China	7,8	6,9	2465	2415
Francia	7,4	6,2	753	861
Canadá	4,2	4,2	1668	1693
Países Bajos	4,4	4,0	1147	1162
Bélgica	4,5	4,1	1307	1226
Rusia	3,1	3,0	950	975
Japón	2,8	2,6	1410	1419

**Fuente:** OIV, 2020

### 1.2.4. Mercado del vino en Bolivia

Las empresas que concentran el 98% de la producción de vino en Bolivia ocho se encuentran en el departamento de Tarija (La Concepción, Campos de Solana, La Cabaña, Casa Grande, Bodegas Cepas del Valle, Milcast (Aranjuez), Magnus S.R.L., Vinos y singanis “Ocho Estrellas”; una en el departamento de Chuquisaca (Bodegas y Viñedos Cepas Mendocina) y una en el departamento de Santa Cruz (Viñedos & Bodegas Uvairenda S.R.L.).

Los principales competidores del vino son:

A nivel provincial: La Concepción, Campos de Solana, Casa Grande, Bodegas Cepas del Valle, Milcast (Aranjuez).

A nivel nacional: no hay mercados competitivos que le hagan frente a la producción local.

A nivel internacional: Vino Toro, Altosur (Argentina) y muchas más.

**Tabla I-4. Producción de vino por bodega (Tarija)**

<b>Bodega</b>	<b>Volumen (l)</b>
Kohlberg	2800000
Aranjuez	2500000
Campos de Solana	1200000
La Concepcion	300000
Casa Grande	60000
Cepas del Valle	60000
Sausini	30000
Los Parrales	20000
Magnus	15000
El Potro	8000
<b>Total</b>	<b>6993000</b>

**Fuente:** Velázquez y Sánchez, 2021

### **1.2.5. Mercado consumidor en Bolivia**

Los vinos más consumidos en Bolivia, según su origen de procedencia, son los vinos bolivianos, los argentinos y los chilenos. Esto se debe no sólo a la proximidad cultural y geográfica de estos países, sino también a que las bodegas de estos países son los que más esfuerzo han hecho por promocionar sus vinos en Bolivia, y a que estos vinos son los más accesibles para el consumidor, ya que es fácil encontrarlos en cualquier supermercado o tienda especializada.

El consumo de vino en Bolivia ha aumentado a ritmo cercano al 10% en los últimos años. Este crecimiento se debe a varios factores. Entre estos factores destacan el crecimiento económico del país, el aumento del poder adquisitivo de la población, el desarrollo de una cultura vinífera, la creciente concepción del vino como fuente de salud o el desarrollo de la gastronomía ligada al vino. También es importante señalar que el vino en Bolivia es producto prácticamente “nuevo”, lo que facilita tasas de crecimiento mayores.

El enólogo y presidente de la Asociación Nacional de Industriales Vitivinícolas (ANIV) Franz Molina, asegura que el consumidor boliviano se encuentra en “proceso de madurez” para adquirir una cultura del vino. Lamentó la competencia desleal del alcohol barato sin destilar, y de vinos importados. Precisó que el consumo per cápita de Bolivia es de 1,3 litros de vino y de 1,7 litros de singani al año. Lejos de Argentina con un consumo per cápita de vino de 35 litros, Uruguay 27 litros y Chile 16 litros.

Según datos ANIV, institución que aglutina a las bodegas de vino más importantes de la industria vitivinícola, Tarija es la región más consumidora per cápita de vino. Allí se consume 4,6 litros por persona al año, mientras que en Santa Cruz 1,3 litros.

El nivel de ingresos de los productores de vino nacional, está dado por las ventas realizadas principalmente en los departamentos de Bolivia, en este sentido, se observa que la empresa que cuenta con un ingreso mayor es la empresa Bodegas y Viñedos la Cabaña con un promedio de 48,31% del total de los ingresos durante el periodo estudiado, Milcast (Aranjuez) con 26,79% y en tercer lugar está la Bodegas y Viñedos Campos de Solana con el 20,31%, cuyo detalle se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla I-5. Evolución de participación por ventas de las empresas productoras de vino, en porcentaje periodo: enero 2012 – junio 2016**

<b>Empresas</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>Prom.</b>
Bodegas y viñedos la Cabaña S.R.L.	44,33%	50,59%	52,18%	51,10%	30,48%	48,31%
Milcast (Aranjuez)	24,17%	20,42%	19,42%	17,97%	22,45%	20,31%
Bodegas y viñedos Campos de Solana	24,17%	20,42%	19,42%	17,97%	22,45%	20,31%
Bodegas y viñedos la Concepción	5,66%	3,55%	2,98%	2,17%	1,10%	3,17%
Bodegas y viñedos Casa Grande S.R.L.	1,03%	0,57%	0,50%	0,47%	0,43%	0,59%
Cepas del Valle	0,37%	0,28%	0,22%	0,19%	0,56%	0,28%
Viñedos & Bodega Uvairenda S.R.L	0,14%	0,25%	0,14%	0,21%	0,09%	0,18%
Magnus	0,16%	0,17%	0,12%	0,14%	0,16%	0,15%
Vinos y singanis "Ocho Estrellas"	0,11%	0,07%	0,05%	0,09%	0,54%	0,12%
Bodegas y viñedos cepas Mendocina	0,10%	0,10%	0,13%	0,15%	0,02%	0,11%

**Fuente:** AEMP en base a empresas productoras de vino.

### 1.2.6. Demanda y oferta del vino

La demanda de vino en el país se encuentra mayormente en los departamentos de Santa Cruz y La Paz, siendo la ciudad de Santa Cruz el mayor consumidor, que consume casi el 50% del total del vino ofertado, esto debido a que dicho departamento es aquel que cuenta con un mayor desarrollo económico y crecimiento poblacional, seguido de La Paz producto de ser la sede de gobierno y un gran movimiento económico. Entre ambas regiones se presenta un promedio de cerca del 96% del volumen de ventas a nivel nacional en todo el periodo estudiado, según se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla I-6. Evolución de la cuota de mercado según volumen de ventas (litros) por departamentos Periodo: enero 2012 – junio 2016**

AÑO	2013	2014	2015	2016
SCZ	57,44%	55,21	58,39	64,89
LPAZ	40,3	40,61	36,95	37,74
CBBA	0,38	0,52	0,61	0,66
TJA	1,71	3,39	3,73	3,34
CHQ	0,11	0,15	0,24	0,1
PTS	0,02	0,02	0,02	0,01
ORU	0,03	0,04	0,04	0,03
BEN	0,01	0,02	0,02	0,02
PAN	-	.	-	0,0001

**Fuente:** AEMP en base a empresas productoras e importadoras de vino.

Por el contrario, como se aprecia en el cuadro anterior, los departamentos que menos vino demandan son los departamentos de Potosí, Oruro, Beni y Pando, siendo esta demanda prácticamente marginal.

El tamaño de la oferta del mercado del vino en Bolivia ha crecido significativamente en los últimos años. En el período 2006-2015, las exportaciones de vino acumularon 440 mil dólares en valor, su pico más alto fue en el 2013, donde alcanzaron los 81 mil dólares, mientras que el acumulado de las importaciones durante este período llegó a casi 30 millones de dólares en valor, logrando su máximo valor en 2012 con más de 4 millones de dólares. (INE,2018)

El valor de las exportaciones de vino entre enero y abril del 2016 fue 4 veces mayor a lo registrado en el mismo período de la gestión pasada, por su parte el volumen también registró un importante incremento tres veces. (INE, 2018)

**Tabla. I-7 Exportación De Vinos, Según País De Destino  
(En dólares estadounidenses y porcentajes)**

<b>País</b>	<b>2015</b>	<b>%</b>	<b>2016</b>	<b>%</b>
Reino Unido	0	0,0	39600	91,8
EEUU	11970	74,7	2946	6,8
Corea Del Sur	0	0,0	360	0,8
Alemania	124	0,8	216	0,5
Chile	92	0,6	0,0	0,0
Cuba	50	0,3	0,0	0,0
Japón	3794	23,7	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>16030</b>	<b>100</b>	<b>43122</b>	<b>100</b>

**Fuente:** INE, 2018

En la tabla I-7 se observa que el Reino Unido se perfila como un nuevo mercado internacional para las ventas de vino boliviano, hasta abril del 2016 se exportó cerca de 40.000 dólares concentrando el 92% del total exportado de vino.

**Tabla I-8 Importación de vinos, según país de origen  
(En dólares estadounidenses y porcentajes)**

<b>PAIS</b>	<b>2015</b>	<b>%</b>	<b>2016</b>	<b>%</b>
Argentina	2100269	61,8	309500	47,8
Chile	811655	23,9	205204	31,7
España	172882	5,1	20341	3,1
Italia	112834	3,3	439	0,1
EEUU	75186	2,2	0	0
Francia	43924	1,3	47688	7,4
Resto	80311	2,9	64148	8
<b>Total</b>	<b>3397061</b>	<b>100</b>	<b>647374</b>	<b>100</b>

**Fuente:** INE, 2018

Según la tabla I-8 el principal país de origen de las importaciones de vino es Argentina, seguido de Chile y España. Se compró vino desde 11 países en el 2015.

**Figura I-2. Exportación e importación de vinos**  
(Expresado en miles de dólares estadounidenses)



Fuente: INE, 2018

### 1.3. Variedades de uva en Bolivia

Las variedades son puntos de referencia del gran mapa de los vinos. Conocer la variedad que se ha utilizado en la elaboración es muy interesante para el consumidor. Este dato le da una información esencial sobre el sabor y el carácter del vino que hay en la botella que se dispone a beber. La variedad no es más que uno de los factores del sabor, el suelo y la técnica de vinificación pueden ser en ocasiones incluso más importantes. (Balboa, 2011)

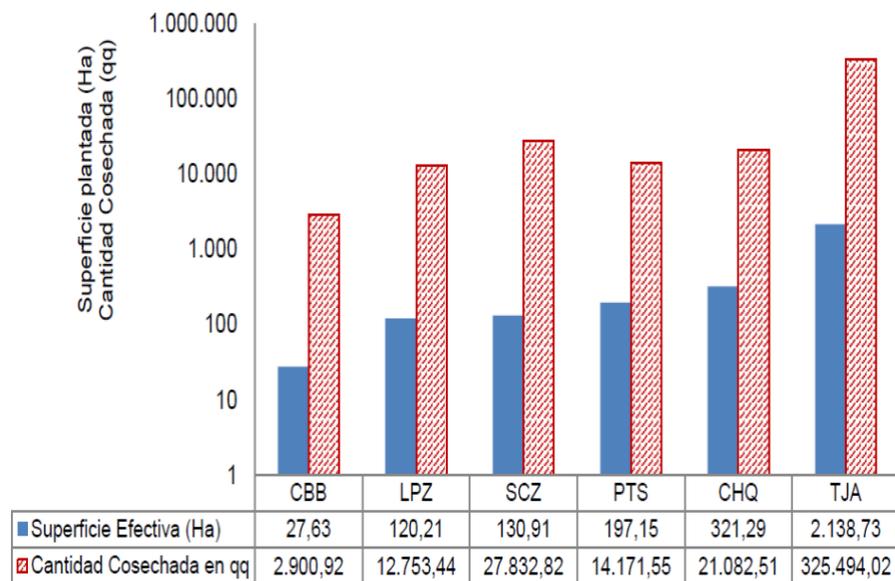
Los viticultores eligen cepas específicas en función de criterios relacionados con las condiciones de cultivo y la calidad del vino que se quiere producir. Todas estas cepas más apreciadas han nacido en los viñedos de la vieja Europa y están relacionadas, tanto en la mente de los aficionados como de los viticultores de todo el mundo, con los grandes vinos clásicos. (Balboa, 2011)

En la tabla I-9 podemos observar algunas variedades de uva que se cultivan en Bolivia.

**Tabla I-9. Variedades de uva**

Variedades de uva blanca	Variedades de uva tinta
Moscatel De Alejandría	Cabernet Sauvignon
Chardonay	Malbec
Chenin	Tannatt
Xarello	Merlot
Torrontés	Syrah
Pinot Blanc	Rubí Cabernet
Franc Lombard	Pinot Noir
Sauvignon Blanc	Tempranillo
Semillon	Cariñena
Macabeo	Alicante

**Fuente:** Figueroa, 2019

**Figura I-3. Superficie plantada (ha) y cantidad cosechada (qq) de uvas por departamentos**

**Fuente:** INE, 2013.

**Tabla I-10. Variedad de uva en la producción de vino en los valles de Tarija:  
2013 (volumen en quintal)**

<b>Variedad De Uva</b>	<b>Quintal (qq)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Moscatel de Alejandría	28960	28,7
Criolla Negra	10231	10,1
Favorita Diaz	9197	9,1
Cabernet Sauvignon	8044	8
Syrah	5523	5,5
Grenanche (Garnacha)	4761	4,7
Alphonse Lavallee	4296	4,3
Malbec	3717	3,7
Cariñena	3183	3,2
Chenin	2742	2,7
Merlot	2569	2,5
Tempranillo	2237	2,2
Ugniblanco	1948	1,9
Frech Colombard	1735	1,7
Barviera De Asti	1702	1,7
Cereza	1296	1,3
Reisling	1087	1,1
Sauvignon Blanc	1063	1,1
Vicchoqueña	969	1
Otras	5760	5,5

**Fuente:** Figueroa, 2019

**Tabla I-11 Censo de bodegas y destilerías en los valles de Tarija y Cinti, 2013**

<b>Descripción de las empresas según, producción de uvas por hectáreas y altitud</b>				
<b>Empresa</b>	<b>Uvas (ha)</b>	<b>Región</b>	<b>Variedad</b>	<b>Altitud (msnm)</b>
La cabaña	115	Santa Ana	Malbec, syrah, cabernet,etc	1800 a 1900
Milcast	200	Tarija	Tannat, cabernet, moscatel	1800 a 2000
Campos de Solana	2	El Portillo	Cabernet sauvgnon, Malbec	1850
La Concepción	45	Concepción	Cabernet sauvignon, syrah, cabernet blanc	1750 a 2100
Magnus	10	Portillo	Cabernet sauvignon, syrah	1900
Casa Grande	2	El Portillo	Cabernet sauvignon, Malbec, syrah	1800
Cepas del Valle	2	Tarija	Moscatel, negra Criolla	1750
Ocho Estrellas	2	Camargo	Misionera, cabernet, sauvignon moscatel de Alejandría	2310
Uva Renda	s/d	Samaipata	Cabernet sauvignon, syrah, tannat, torrentes	1750

**Fuente:** CBI (2014) y Empresas Productoras

En el departamento de Tarija se puede apreciar que existen muchas empresas dedicadas a la elaboración de vinos de altura, es por lo cual las propias empresas se encargan de producir su materia prima.

Luego de la obtención de vino, las distintas bodegas del departamento de Tarija utilizan el orujo de uva como abono orgánico y algunos lo desechan.

La materia prima a utilizar para la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva, se recolectará principalmente de la bodega Cañón Escondido dicha bodega autorizo al investigador para obtener un orujo de uva fresco y así elaborar un producto de mejor calidad para este proyecto.

## **1.4. OBJETIVOS**

En el presente trabajo de investigación, se proponen los siguientes objetivos a realizar.

### **1.4.1. Objetivo general**

Elaborar a nivel experimental, una bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva mediante fermentación alcohólica.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar la materia prima (propiedades fisicoquímicas) del orujo de uva.
- Analizar y seleccionar el proceso tecnológico experimental de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva de la bodega Cañón Escondido.
- Diseñar y ejecutar la fase experimental del proceso tecnológico de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.
- Caracterizar el tipo y calidad (especificaciones y propiedades estándar) del producto obtenido bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.
- Determinar mediante un análisis sensorial qué tipo de tratamiento aplicado para la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva tiene mayor aceptabilidad por los catadores.
- Realizar el balance de materia para la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.
- Determinar el rendimiento conseguido en el proceso tecnológico experimental para la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La justificación de este tema se sustenta bajo 3 aspectos:

- Aspecto Tecnológicos
- Aspecto Económicos
- Aspecto Ambiental

### **1.5.1. Aspecto tecnológico**

Se expondrán las bases técnicas de proceso para poder aplicar las tecnologías necesarias en la producción de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva vino. El proceso de producción se define a partir de principios básicos ya existentes en la bibliografía, los cuales, mediante un análisis preliminar, donde la combinación de mano de obra, maquinaria, métodos y procedimientos de operación, son los factores más relevantes a tomar en cuenta a la hora de definir, diseñar e implementar el proceso tecnológico de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.

### **1.5.2. Aspecto Económico**

La elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva contribuiría a la diversificación de la industria vitivinícola dándole un valor agregado a un residuo sólido del proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino. De este modo se podrá mantener e incrementar la competitividad regional fortaleciendo los sistemas de innovación y promoviendo la agregación de valor.

### **1.5.3. Aspecto Ambiental**

Durante décadas los residuos vitivinícolas (orujo) han sido utilizados como alimento animal o como abono orgánico para suelos, no obstante, numerosos estudios han indicado que algunos animales, pueden manifestar intolerancia a ciertos componentes de dichos subproductos, como por ejemplo a los taninos, que afectan a la digestión; recientemente, también se ha demostrado el efecto fitotóxico y antimicrobiano de algunos polifenoles durante el proceso de compostaje (inhibición de la germinación).

Una de las alternativas propuestas por este trabajo de investigación es el estudio para la revalorización de residuos vitivinícolas (orujo), con la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino en base al orujo de uva.

Actualmente las bodegas del departamento de Tarija desecha cientos de toneladas anuales de orujo, que claramente con una buena selección y pre tratamiento de estos desechos podrían generarse una reducción del impacto ambiental, ya que estos residuos

crean fuentes contaminantes como la proliferación de roedores, malos olores e insectos que pueden ser transmisores de enfermedades.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## 2.1 El vino

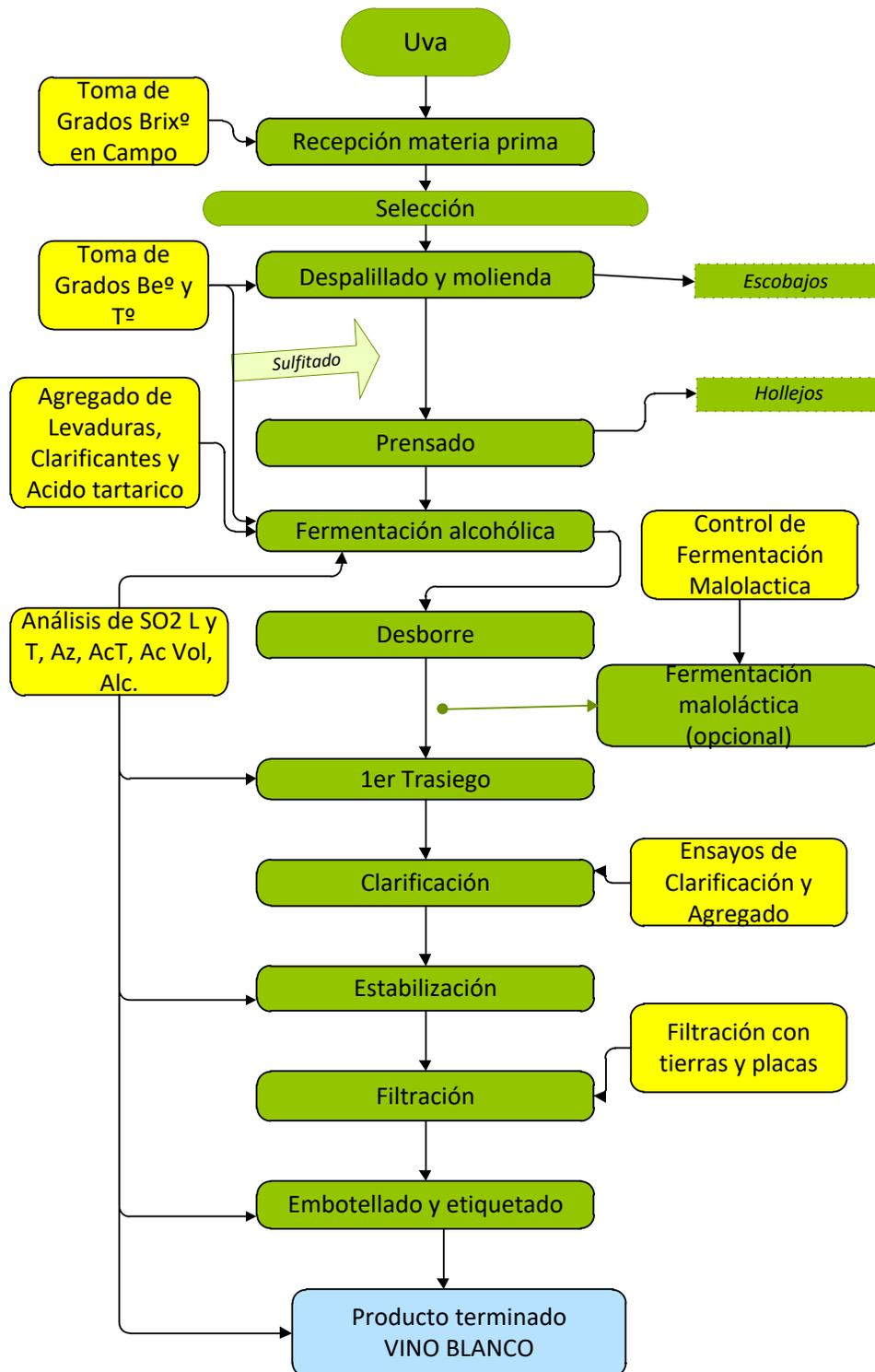
Según la Norma Boliviana NB 322002; El Vino es exclusivamente la bebida que resulta de la fermentación alcohólica completa o parcial de la uva fresca, estrujada o no, o del mosto virgen, con un contenido de alcohol adquirido mínimo de 10% (v/v) a 20° C, hasta el grado que se genere de acuerdo a la graduación de azúcar de la uva de la que proviene, pudiendo obtenerse a través de un proceso de elaboración artesanal o industrial.

El vino es una bebida que tiene entre sus componentes distintas sustancias de la misma uva, de las cuales, casi todas son de tipo mineral y orgánicas. Asimismo, la solución que se logra, es bastante ácida. Por lo mismo, no se recomienda a quienes sufren de gastritis, colon irritable o úlcera. (Figueroa. 2019)

El proceso inicial de la producción del vino, es la fermentación de toda la uva, la cual es molida en grandes recipientes. Como se señaló anteriormente. Luego de ello, es pasada por un cedazo y se deja el puro líquido. El cual pasa por distintas guardas, hasta la última, que se realiza en bodegas, con climatización computarizada. Ya que se necesita una temperatura constante, para que la guarda, de los resultados esperados por el enólogo de la viña. Esta última guarda, se realiza por lo general, en barricas de roble. Ya que, en ellas, se desarrollará en potencia, el sabor final que se espera del vino y de la cepa, en particular, al igual que todos los aromas que expedirán, al momento de su descorche. Por lo general, se destacan aquellos vinos, que han sido almacenados en barricas de roble. (Figueroa, 2019).

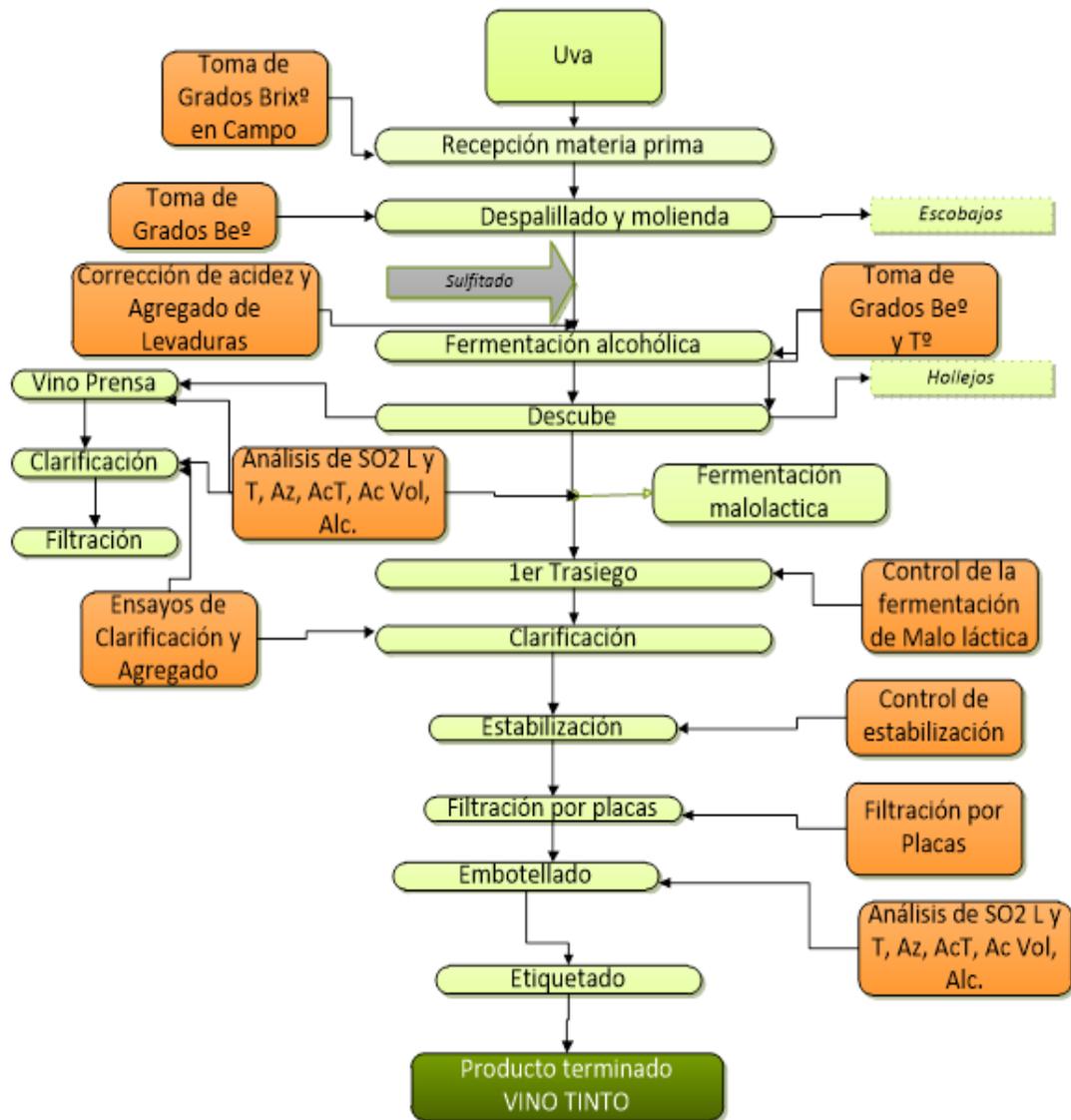
En la figura II-1 se puede observar el proceso de elaboración del vino blanco y en la figura II-2 se puede observar el proceso de elaboración del vino tinto.

**Figura II-1. Diagrama de flujo para la elaboración de vino blanco**



**Fuente:** Llera & Martinengo, 2004

**Figura II-2. Diagrama de flujo para la elaboración de vino tinto**



Fuente: Llera & Martinengo, 2004

### 2.1.1 Características del vino

Según la Norma Boliviana NB 322002, los vinos deben cumplir ciertos parámetros como se observan en la siguiente tabla II-1

**Tabla II-1. Requisitos Físico – Químicos de los Vinos**

Parámetros	Unidad	Mínimo	Máximo
Densidad Relativa	-	Secos 0,92	1,05
		Dulces 1,00	1,15
Alcohol	%(v/v) a 20° C	10	15
Acidez total expresado como ácido tartárico	g/l	3,5	9,75
Acidez volátil expresado como ácido acético	g/l	0,1	1
Anhidrido sulfuroso libre	mg/l	0	75
Anhidrido sulfuroso libre total	mg/l	0	300
Ph	Unidades de pH	2,5	4,5
Extracto Seco	g/l	Blancos y rosados 13	24
		Tintos 18	35
Azúcares Reductores	g/l	Secos Semisecos	< a 2
		Dulces	< a 25
			> a 25
Hierro	mg/l	2	7
Cobre*	mg/l	0	2
Azúcares no reductores (Sacarosa)	g/l	2	5
Metanol	mg/l	50	300
Calcio como oxido de calcio	mg/l	0	300
Cloruros	g/l	0,2	1
Sulfatos	g/l	0,4	1,2
Zinc*	mg/l	0	5
Arsénico*	mg/l	0	0,2
Glicerina	g/l	5	25
Plomo*	mg/l	0	0,3
Ferrocianuro férrico-Ion	(±)	Negativo	
Ferrocianuro			
Materia Colorante	(±)	Negativo	

\*Son Contaminante Metálico

**Fuente:** IBNORCA. Norma Boliviana - NB 322002

## **2.2 Materia prima**

### **2.2.1 Origen de Orujo Uva**

El orujo de uva se origina como un residuo sólido que es generado luego de la extracción del mosto del proceso de elaboración del vino y está compuesto principalmente por el hollejo o piel de la uva, las semillas y los cabos de los racimos, este residuo es generalmente considerado desecho o subproducto de la industria vitivinícola (Navarrete, 2013).

El orujo se produce en el curso de la vendimia. Para vinos blancos, es el resultado del prensado neumático de la uva que proviene de la despalladora y ha sido previamente sometida a selección manual, proceso que antecede a la fermentación del mosto. Para vinos tintos, luego de seleccionar y despallillar la uva se prensa, se procede a fermentar y el orujo se obtiene luego del proceso de fermentación después de descubar y prensar. (Navarrete.,2013).

Es el resultado del prensado que resulta luego de la etapa de filtrado en el proceso de elaboración del vino tinto. Actualmente esta materia el orujo en nuestro medio no es utilizado en ningún otro proceso ya sea industrial o agrícola, generalmente el orujo está formado por hollejo y escobajos y o ramposos una vez que estos han sido triturados y separados del líquido. (Navarrete.,2013).

### **2.2.2 Definición de Orujo de Uva**

Orujo viene del latín “volucolum” que quiere decir funda, envoltorio o pielecilla que envuelve. La palabra orujo puede hacer referencia a la bebida (aguardiente) destilada procedente del aprovechamiento de los residuos (Hollejos, Pepita) generados en la elaboración del vino principalmente tras ser prensados. (Quisberth, 2019)

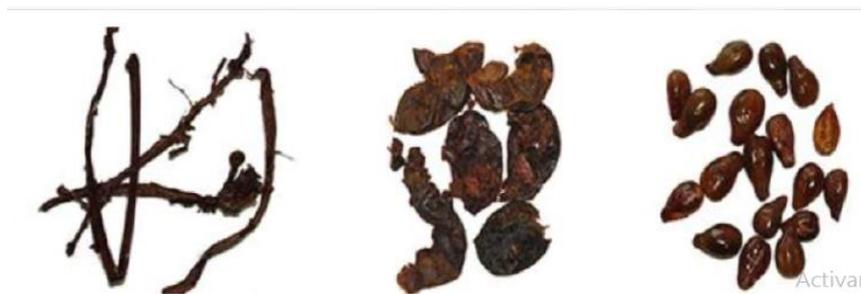
Está conformado por los siguientes elementos:

- Hollejo o piel de grano, auténtico pericarpio del fruto, dentro del cual están contenidos los tejidos intersticiales, donde se deposita el mosto o azúcares que al

fermentar forman el alcohol y los aldehídos aromáticos. Desde el punto de vista de la alimentación y sabor constituye el componente fundamental.

- Las semillas de uva contienen cantidades considerables de compuestos fenólicos, los cuales poseen propiedades antioxidantes con efectos positivos sobre el estrés oxidativo
- Raspón o escobajo, de baja riqueza nutritiva y consistencia leñosa, debido a su elevado contenido de celulosa y lignina, es separado previamente del resto del grano de uva en los procesos de vinificación mediante el despallado del racimo. (Quisberth, 2019)

**Figura II-3. Escobajo, hollejo y semilla**



Fuente: Quisberth, 2019

### **2.2.3. Caracterización físico química de la Materia Prima utilizada en el estudio**

#### **2.2.3.1. Composición química del orujo**

Se encuentra constituido por un aglomerado de hollejo, semillas y escobajos con la siguiente composición química:

Los hollejos de uva corresponden entre un 7-12% del peso total de la baya y se compone principalmente de agua (78-80%), ácidos orgánicos (0,8-1,6%), taninos (0,4-3%), antocianos (0-0,5%), compuestos nitrogenados (1,5-2%), minerales (1,5-2%), ceras (1-2%) y sustancias aromáticas. (Venanzi, 2014)

Las semillas de la baya corresponden hasta un 6% del peso total y están compuestas principalmente de agua (25-45%), compuestos glucídicos (34-36%), taninos (4-10%), compuestos nitrogenados (4-6,5%), minerales (2-4%), lípidos (13-20%)

**Tabla II-2. Propiedades físicas del orujo de uva.**

<b>Componentes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Humedad	%	32,600
Densidad relativa	g/cm <sup>3</sup>	1,720
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	0,369
Espacio poroso total	% Vol.	78,600
Capacidad de aireación	% Vol.	49,700
Volumen de agua	% Vol.	28,900
Capacidad de retención total de agua	g/l material	289,00
Contracción	% Vol.	32,00

**Fuente:** (INCAP, 2012)

### **2.3 Proceso Fermentación alcohólica**

Durante este proceso se transforman los azúcares del mosto en alcohol etílico y dióxido de carbono, principalmente, gracias a la acción de ciertas levaduras.

Las levaduras son hongos ascomicetos unicelulares de un tamaño aproximado de 2-6 micras y se encuentran en estado natural en la capa superficial del suelo de los viñedos. (Contreras, 2017)

La carga enzimática de las distintas especies de levaduras presenta diversidad cualitativa y cuantitativa, incluso entre las diferentes cepas, variedades o razas de una misma especie. Por tanto, el curso de la fermentación puede ser diferente en función de las características fisiológicas de la levadura, las características físico-químicas del sustrato y las condiciones ambientales en que se desarrolle, que influirán en la producción y funcionalidad de los enzimas presentes. Además de alcohol, como resultado de la fermentación, se originan otros subproductos fundamentales para las cualidades organolépticas del vino. (Epifanio, 2005)

Las levaduras pueden obtener la energía que es necesaria para vivir, siguiendo dos vías en la transformación de los azúcares del mosto:

- 1) Respiración: vía oxidativa que tiene lugar en presencia de oxígeno (aerobia) y que permite la degradación completa de los azúcares hasta CO<sub>2</sub> y agua con liberación de energía.



- 2) Fermentación: se realiza en ausencia de oxígeno (anaerobiosis) y provoca una degradación incompleta de los azúcares hasta CO<sub>2</sub> y etanol, con escasa liberación de energía. Por ello, las levaduras al utilizar esta vía deben transformar mucho azúcar en alcohol para cubrir sus necesidades energéticas. (Epifanio, 2005)



Durante los primeros días de la fermentación alcohólica tiene lugar la fermentación tumultuosa en la que la actividad de las levaduras es máxima. En esta etapa existe el descenso de densidad más brusco y un máximo desprendimiento de dióxido de carbono. Después el nivel de nutrientes del medio desciende, queda poca azúcar por consumir y el alcohol empieza a ser tóxico para las levaduras, la actividad fermentativa se hace más lenta y se disminuye la producción de CO<sub>2</sub>. (Rivera, 2011).

### **2.3.1 Microorganismos encargados de la fermentación alcohólica**

Las levaduras son microorganismos unicelulares y con formas variables (esféricas, ovaladas, cilíndricas). Pueden tener de 2 a 100 micras de longitud y de 2 a 10 micras de diámetro. Poseen un núcleo, citoplasma, pared celular y membrana citoplasmática. En el citoplasma puede haber una o más vacuolas, que son bolsas con material de reserva (azúcares, grasas) o con productos de desecho del metabolismo celular.

Algunas de las características usadas para la clasificación de las levaduras son:

El tipo de azúcar que pueden fermentar.

El rendimiento en la producción de alcohol, hay variedades que para producir un grado de alcohol consumen de 17 a 18 g de azúcar, otras en cambio de menor rendimiento necesitan de 21 a 22 g.

El grado máximo de alcohol que pueden resistir, algunas detienen su actividad a los 5% en volumen mientras que otras llegan a 17 o 18% en volumen.

Una de las especies de levadura más importante en la producción de vinos es la *Sacharomyces cerevisiae*, es la responsable de la fermentación de la mayor parte de los azúcares del mosto.

Para realizar la fermentación se pueden utilizar levaduras autóctonas que son aquellas que se encuentran en la misma fruta, en este caso se debe preparar lo que se llama pie de cuba para lo cual se parte de una fracción pequeña de la materia prima cuyo mosto se deja fermentar espontáneamente y cuando la fracción está en plena fermentación puede ser utilizada como inóculo para el resto del mosto, también se puede utilizar levaduras comerciales que son denominadas levaduras secas activas (LSA) están son levaduras que vienen en forma de pequeñísimos pellets que necesitan ser hidratados antes de su utilización las mismas generalmente son de la especie *Sacharomyces cerevisiae*. (Muño, 2012)

### **2.3.2 Factores a controlar en la elaboración de Vinos de uva**

Los factores fisicoquímicos primordiales que condicionan el crecimiento de las levaduras *Saccharomyces* durante la fermentación alcohólica son la temperatura, la aireación, el pH y el dióxido de carbono, las cuales se describen a continuación:

- **Concentración de alcohol**

Expresa el tanto por ciento en volumen de alcohol etílico o etanol que contiene un vino. El alcohol etílico o etanol es el producto final de la fermentación alcohólica, pudiendo alcanzar concentraciones entre 12 y 14 por 100 vol. de alcohol formado (Del Valle, 2019).

- **Temperatura**

Las levaduras son microorganismos mesófilos, esto hace que la fermentación pueda tener lugar en un rango de temperaturas desde los 13 – 14 °C hasta los 33 – 35 °C, dentro de este intervalo, cuanto mayor sea la temperatura mayor será la velocidad del proceso fermentativo siendo también mayor la proporción de productos secundarios. Sin embargo, a menor temperatura es más fácil conseguir un mayor grado alcohólico, ya que parece que las altas temperaturas que hacen fermentar más rápido a las levaduras llegan a agotarlas antes. La temperatura más adecuada para realizar la fermentación alcohólica está en el rango de 18 – 23 °C y es la que se emplea generalmente en la elaboración de vinos. Por encima de 33 – 35 °C el riesgo de paro de la fermentación es muy elevado, al igual que el de alteración bacteriana ya que a estas elevadas temperaturas las membranas celulares de las levaduras dejan de ser tan selectivas, emitiendo substratos muy adecuados para las bacterias. (Córdoba, 2010)

- **Aireación**

Esta oxigenación se consigue en los procesos previos a la fermentación, habitualmente se realizan una aireación antes de arrancar la fermentación en un tiempo de 24 horas. Después se procede a la fermentación en condición anaeróbica. Una aireación excesiva no produce alcohol, sino que agua y anhídrido carbónico debido a que las levaduras cuando viven en condiciones aeróbicas, no utilizan los azúcares por vía fermentativa sino oxidativa para obtener con ello mucha más energía. (Córdoba, 2010)

- **pH**

El pH es una medida de la acidez o basicidad de una disolución o sustancia la misma que se mide a través de la concentración de iones o cationes hidrogeno presente en dicha solución, se indica mediante valores numéricos entre 0 y 14, siendo 0 el más ácido y el 14 el más básico.

El pH óptimo para el desarrollo de las levaduras es de 4 a 6, teniendo como limites inferiores 2,6 a 2,8, por debajo de los cuales la fermentación alcohólica es imposible. (Córdoba, 2010)

- **Nutrientes y Activadores**

Es imprescindible que el mosto contenga todos los nutrientes suficientes. Para ello la industria enológica ha desarrollado activadores complejos de fermentación, que son productos cuya finalidad es aumentar la complejidad nutricional del mosto supliendo las deficiencias de nutrientes y facilitando el metabolismo de las levaduras. Nutrientes tales como el fosfato amónico inciden en la cinética fermentativa, con arranques de fermentación más rápidos y duraciones de fermentación más cortas, independientemente del microorganismo empleado. Las levaduras fermentativas necesitan los azúcares para su catabolismo, es decir para obtener la energía necesaria para sus procesos vitales, pero además necesitan otros substratos para su anabolismo como son nitrógeno, fósforo, carbono, azufre, potasio, magnesio, calcio y vitaminas, especialmente tiamina (vitamina B1).

Por ello, es de vital importancia que el medio disponga de una base nutricional adecuada para poder llevar a cabo la fermentación alcohólica. (Córdoba, 2010).

- **Azúcares**

Las principales sustancias carbonadas son los azúcares que tienen una influencia directa sobre el volumen del alcohol que se tendrá en el producto final. Para el caso de producción de vinos se usa el azúcar para llegar a un correcto acondicionamiento de 22-23 Grados Brix de un mosto. El rendimiento de transformación es de 16 a 17 gramos de azúcar por cada grado alcohólico. (Córdoba, 2010).

#### **2.4 Fermentación Maloláctica**

Consiste en un proceso por el cual ciertos microorganismos presentes en el vino (bacterias lácticas) desencadenan la fermentación del ácido málico que se transforma ácido láctico y ácido carbónico, suavizando la acidez del vino.

El ácido málico es considerado el más astringente y ácido, se transforma en ácido láctico más suave y sedoso. Este proceso contribuye en gran parte al acabado de los vinos.

El valor del pH del vino es uno de los factores más importantes para la multiplicación de las bacterias ácido lácticas. En el vino no se produce esta transformación a pH inferiores a 3,2. Cuanto mayor es el valor del pH mejor tiene lugar la multiplicación de las bacterias ácido lácticas y con mayor velocidad se produce el desdoblamiento ácido. (Contreras, 2017).

Hay que tener en cuenta que se puede influir sobre este proceso de forma que temperaturas frías, sulfitados intensos (< 30 mg/l), descensos del pH, descube y clarificado temprano, una vez terminada la fermentación, son factores que inhiben el desarrollo de las bacterias acidolácticas, mientras que temperaturas por encima de 15°C, sulfitados muy escasos o inexistentes, pH alto y larga permanencia de las heces en contacto con el vino son factores que estimulan esta transformación. (Contreras, 2017).

## **2.5 Selección del Método**

### **2.5.1 Métodos de fermentación alcohólica**

#### **2.5.1.1 Fermentación espontánea**

La fermentación alcohólica espontánea del mosto se lleva a cabo por las levaduras presentes en la uva y en el equipamiento de la bodega. El número de especies y su presencia durante el proceso fermentativo depende del área de producción, del proceso de elaboración y del tipo de vino producido. Actualmente, las levaduras también se pueden adicionar de manera exógena sembrando los depósitos con un cultivo puro de levaduras, previamente seleccionadas, en un número elevado y en un estado fisiológico activo. (Santamaria,2009)

#### **Ventajas**

- Tienen características sensoriales especiales.
- No necesita ningún tipo de inoculación externa.

#### **Desventajas**

- Falta de control microbiológico durante el proceso.
- Poca uniformidad y reproductividad.

### 2.5.1.2 Fermentación con levaduras seleccionadas

Para evitar la aparición de defectos, se utilizan en bodega microorganismos seleccionados para poder controlar un escenario microbiológico positivo. La selección de levaduras se realiza teniendo en cuenta una serie de parámetros enológicos, tales como elevado poder fermentativo, baja acidez volátil, regularidad en la fermentación, ausencia de efectos olfativos negativos, no formación de espuma, pocas exigencias nutricionales. También se puede hablar de criterios más específicos, tales como levaduras productoras de aromas, degradación de ácido málico o incluso proporcionar estabilidad al color. (Regodón,2014)

#### Ventajas

- **Mayor velocidad de fermentación.** En muchas ocasiones la flora silvestre presente en los mostos no es adecuada para iniciar la fermentación con rapidez. Esto es particularmente frecuente en la elaboración de vinos blancos, donde el mosto es clarificado previamente, eliminando gran parte de la población microbiana. Por otra parte, el uso de ciertos productos fitosanitarios reduce considerablemente la población de levaduras presente en la uva, especialmente las levaduras fermentativas. Utilizando un inóculo de levaduras seleccionadas se asegura la presencia de levaduras fermentativas adecuadas que realicen la fermentación del mosto a una velocidad aceptable. (Regodón,2014)
- **Máximo consumo de los azúcares reductores.** Cuando los mostos presentan una elevada cantidad de azúcar (mayor de 200 g/l) o cuando se impone una cepa de levadura con insuficiente resistencia al etanol puede quedar en el vino una excesiva cantidad de azúcares reductores. Este problema se corrige fácilmente utilizando levaduras seleccionadas resistentes a altas concentraciones de etanol.
- **Mayor reproducibilidad en la calidad de los vinos.** Se puede, incluso, mantener y asegurar una cierta calidad del vino de una campaña a otra muy distinta con respecto al estado fitosanitario de la uva, lo que es prácticamente imposible utilizando métodos tradicionales de vinificación.

- **Reducción de los problemas causados por levaduras extrañas silvestres.** La flora presente en los mostos puede ser muy diferente dentro de la misma zona vitivinícola e incluso dentro de la misma bodega, debido a factores como técnicas de vendimia, vinificación, temperatura y pluviosidad. Como consecuencia, en cualquier momento pueden surgir levaduras extrañas silvestres que deterioren la calidad de los vinos. Con el empleo de inóculos de levaduras seleccionadas se minimiza o desaparece este riesgo.
- **Mayor flexibilidad en el control de la calidad sensorial del vino.** Mediante la selección de cepas que produzcan menor cantidad de los compuestos desagradables y mayor cantidad de los compuestos más deseados, se puede determinar la calidad y las características específicas más uniforme vino. (Regodón,2014).

### **Desventajas**

- Poca uniformidad y poca reproductividad del producto final.

#### **2.5.1.3 Fermentación con levaduras comerciales**

La necesidad de asegurar la fermentación y la calidad del producto, ante el hecho de que hay un gran número de variables que intervienen en una fermentación espontánea (forma natural), ha favorecido que el uso de las levaduras comerciales, se haya convertido en una práctica habitual en enología en los últimos 35 años. (Torija,2002)

### **Ventajas**

- Un inicio más rápido de fermentación (normalmente se reduce la fase de latencia).
- Un mayor consumo de los azúcares fermentables, reduciendo los posibles problemas de fermentación.
- Permite un mayor control microbiológico, lo que no es posible en fermentaciones espontáneas.
- Obtención de un producto de una calidad más uniforme a lo largo de las diferentes campañas, y por lo tanto la consecución de vinos con una gran homogeneidad.
- Disponibilidad en el mercado de este tipo de levaduras en cualquier momento.

## **Desventajas**

- Pérdida de originalidad de los vinos obtenidos.

## **2.6 Descripción del proceso de producción de una bebida alcohólica tipo Vino de Orujo de Uva**

Según (Rivera, 2015) el proceso de producción comienza con la cuantificación de la materia prima, luego se procede al lavado y selección, una vez que se selecciona la materia prima (orujo), tomando en cuenta que la misma no se encuentre dañada se siguen los siguientes pasos:

### **2.6.1 Recepción de materia prima**

Para la recepción de materia prima (orujo) de diferentes variedades de uva, se procedió a la recolección de diferentes bodegas, de manera manual en bolsas negras.

### **2.6.2 Selección**

Se realiza la selección de materia prima defectuosa, el tamaño no es muy importante.

En este punto se debe eliminar materiales extraños.

### **2.6.3 Baño de inmersión y reposo a temperatura ambiente**

En el baño de inmersión se coloca el orujo de uva en un recipiente de acero inoxidable, agregando agua, posteriormente se procede a calentar la temperatura hasta 30°C, por su densidad se van al fondo quedando el hollejo en la parte superior del recipiente.

### **2.6.4 Preparación del cultivo**

El cultivo se hace separando el 2.5% del mosto y se esteriliza mediante ebullición, se deja enfriar y se inocula con levadura del tipo *Saccharomyces ellipsoideus*. El mosto inoculado se deja en reposo durante 24 horas y luego se agrega al resto del mosto.

### **2.6.5 Mezclado y fermentación alcohólica**

Una vez que se ha preparado el cultivo, se lo agrega al mosto empieza la fermentación la misma dura 10 días aproximadamente, a temperatura ambiente. El recipiente debe ser tapado de tal manera que permita la salida del gas producido.

### **2.6.6 Clarificado**

El mosto se deja en reposo, para que los sólidos sedimenten. El líquido claro, que está en la parte superior se retira y se traslada a otro recipiente, de preferencia de madera, se depositan en el fondo se prensan para extraer el líquido restante, luego se procede a filtrar y se agrega al líquido que ya se ha colocado en el recipiente. El vino obtenido debe tener aproximadamente 6 °Brix,

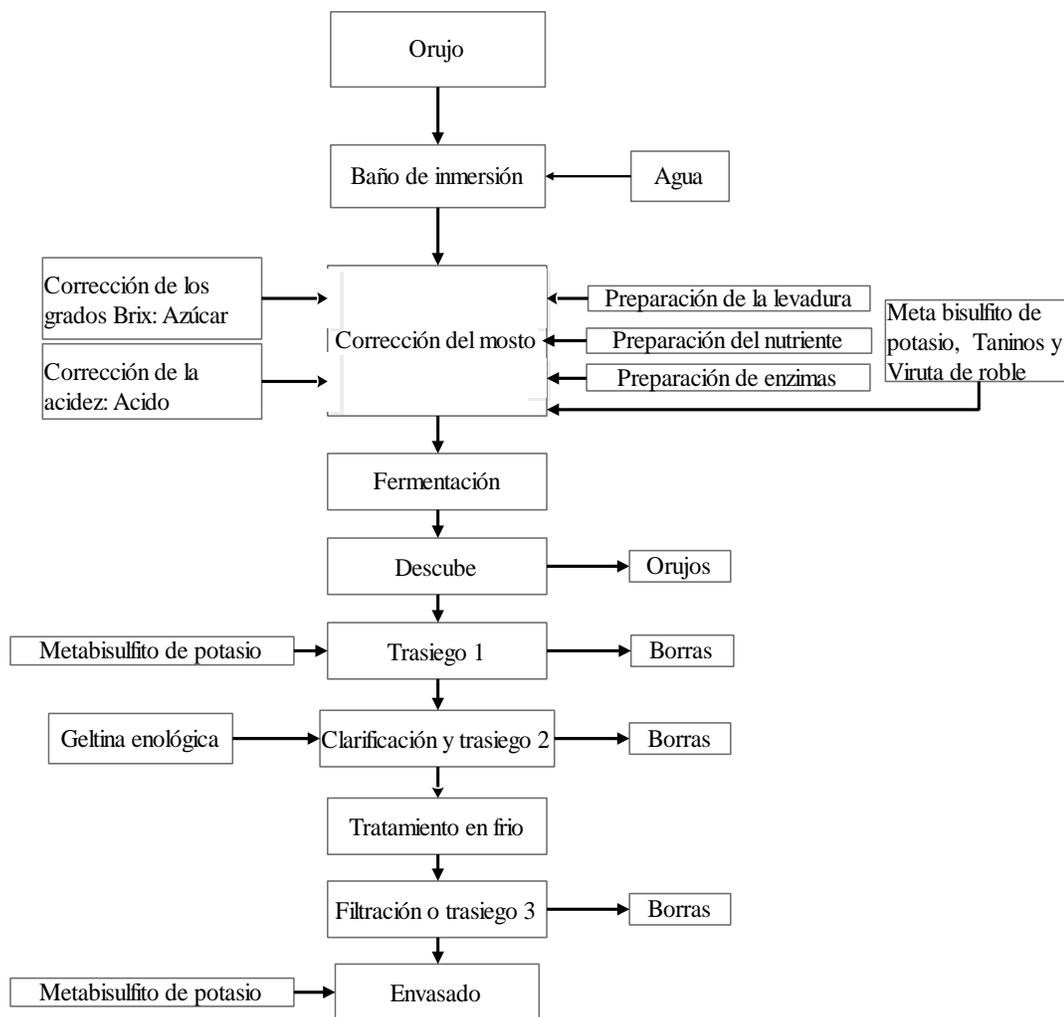
### **2.6.7 Filtrado**

El filtrado se hace con la ayuda de filtros de papel, en este caso a escala de laboratorio, pero en bodega se debe utilizar placas filtrantes.

### **2.6.8 Envasado**

Finalizado el proceso de filtración de cada una de las muestras se procede a envasar las mismas en botellas de vidrio previamente esterilizadas, después de ser envasada cada muestra será pasteurizará en baño maría a una temperatura de 60°C durante 10 minutos, para así evitar cualquier alteración de las muestras, esto también a nivel de laboratorio, ya que a escala de bodega se puede utilizar conservantes autorizados por normativa nacional e internacional.

**Figura II-4. Diagrama de bloques del proceso de producción de vino**



Fuente: Figueroa, 2019

La parte experimental del presente trabajo de investigación aplicada será desarrollada en las instalaciones del Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOU) dependiente del Departamento De Procesos Industriales Biotecnológicos Y Ambientales (DPIBA) de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**CAPÍTULO III**  
**PARTE EXPERIMENTAL**

### 3.1 Materia prima

El orujo de uva que se utilizó para el proceso es de la variedad Marselan, la cual se obtuvo de la Bodega “Cañón Escondido” ubicada en Ancón Chico, Chañares municipio de Uriondo a 1960 msnm, a 25 min de la ciudad de Tarija.

**Imagen III-1. Bodega Cañón Escondido**



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### 3.2 Metodología

La metodología que se utilizó en el trabajo de investigación se describe a continuación:

#### 3.2.1 Análisis fisicoquímico de la materia prima

Para la determinación de las propiedades fisicoquímicas del orujo de uva se tomó una muestra representativa de la materia y se realizaron los análisis en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología, dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” (UAJMS) – Tarija, Bolivia.

**Tabla III-1. Parámetros y métodos fisicoquímicos del orujo de uva**

Parámetros	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Densidad Relativa	-	Secos 0,92 Dulces 1,00	1,0 5 1,1 5	NB 322012
Alcohol	%(v/v) a 20° C	10	15	NB 322003
Acidez total expresado como ácido tartárico	g/l	3,5	9,7 5	NB 322004
Acidez volátil expresado como ácido acético	g/l	0,1	1,0	NB 322005
Anhídrido sulfuroso libre	mg/l	0	75	NB 322005
Anhídrido sulfuroso libre total	mg/l	0	300	NB 322006

**Fuente:** CEANID, 2021

### 3.2.2 Análisis fisicoquímico realizado durante la fermentación alcohólica

**a) Solido solubles:** Se determinó los grados Brix utilizando el refractómetro digital ABBE. (ver Anexo C)

**b) Acidez total:** Se pudo determinar cuantitativamente mediante titulación neutralizando los ácidos presentes en el orujo, con NaOH 0,1N cuyo punto final se determinó mediante un cambio de color por el indicador (Azul de bromo timol). La acidez total se expresó en ácido tartárico. (ver Anexo B)

**c) pH:** Este análisis se realizó potenciométricamente, utilizando un pH metro digital OHAUS. (ver Anexo C)

**d) Temperatura:** Para la medición de la temperatura se utilizó un termómetro de mercurio de una escala de 0 - 100 °C.

### 3.2.3 Análisis fisicoquímico del producto terminado

En la Tabla III-2, se muestran los parámetros y métodos que se utilizó para determinar la composición fisicoquímica del producto terminado (bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva). Estos parámetros fueron determinados en el laboratorio del CEANID.

**Tabla III-2. Parámetros y métodos fisicoquímicos de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva**

Parámetro	Unidad	Método
Acidez volátil (como Ac. Acético)	g/l	NB 322005:04
Grado alcohólico	°GL	NB 322003:04
Metanol	mg/l	NB 324010:04
Anhídrido sulfuroso total	mg/l	NB 322006:04
Anhídrido sulfuroso libre	mg/l	NB 322007:04
pH (20°C)	-.	NB 339:1997
Solidos solubles	°Brix	NB 383:80

**Fuente:** CEANID, 2021.

### 3.2.4 Análisis sensorial

Para el análisis sensorial se utilizaron 20 catadores no entrenados y donde los atributos evaluados del producto final fueron: color, sabor y olor.

Estas evaluaciones se realizaron mediante una prueba de medición del grado de satisfacción con una escala hedónica de cinco puntos, luego estos resultados fueron sometidos a un análisis estadístico de varianza (ANOVA).

### 3.3 Materiales, equipos, insumos y reactivos usados en la investigación

Todos los materiales, equipos, insumos y reactivos que se usaron durante la fase experimental del estudio se muestran en la tabla III-3.

**Tabla III-4. Materiales, equipos, insumos y reactivos**

Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bureta 25 ml</li> <li>• Pipeta 10 ml y 1 ml</li> <li>• Matraz Erlenmeyer 250 ml</li> <li>• Vaso de precipitación 50 ml</li> <li>• Soporte universal</li> <li>• Pinza doble nuez</li> <li>• Probeta 100 ml</li> <li>• Piseta</li> <li>• Espátula</li> <li>• Termómetro</li> <li>• Guantes</li> <li>• Colador</li> <li>• Papel filtro</li> <li>• Botella de vidrio 750 ml</li> </ul>
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza Analítica Electrónica.</li> <li>• Refractómetro digital ABBE</li> <li>• PH metro</li> <li>• Calentador</li> <li>• Baldes de 10 litros</li> </ul>
Insumos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua mineral</li> <li>• Azúcar</li> <li>• Levadura comercial <i>sacharomyse cerevisae</i></li> <li>• Ácido tartárico</li> <li>• Nutriente</li> <li>• Meta bisulfito de potasio</li> <li>• Enzimas</li> <li>• Taninos</li> <li>• Viruta de roble</li> </ul>
Reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidróxido de sodio 0.1N</li> <li>• Azul de bromotimol</li> <li>• Agua destilada</li> <li>• Alcohol al 96%</li> </ul>

**Fuente:** LOU, 2022

Las especificaciones y características de cada equipo se muestran en el ANEXO C.

### 3.4 Selección del método de fermentación

Para la selección del método de fermentación se tomó en cuenta la Tabla III-4 donde se muestra el resumen de los criterios del proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva, la cual se realizó con información recolectada de los métodos de fermentación alcohólica.

**Tabla III-5. Ventajas y desventajas del proceso de fermentación alcohólica.**

Método	Viabilidad	Ventajas	Desventajas
Fermentación Espontanea	No es viable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienen características sensoriales especiales.</li> <li>• No necesita ningún tipo de inoculación externa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de control microbiológico durante el proceso.</li> <li>• Poca uniformidad y reproductividad.</li> </ul>
Fermentación con levaduras seleccionas	Es viable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se mantienen las características típicas de los vinos.</li> <li>• Se adaptan mejor al mosto del cual vienen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca uniformidad y poca reproductividad del producto final.</li> </ul> <p>Y es muy caro su proceso.</p>
Fermentación con levaduras comerciales	Es viable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un inicio más rápido de fermentación.</li> <li>• Un mayor consumo de los azúcares fermentables, reduciendo los posibles problemas de fermentación.</li> <li>• Permite un mayor control microbiológico.</li> <li>• Disponibilidad en el mercado de este tipo de levaduras en cualquier momento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdida de originalidad de los vinos obtenidos.</li> </ul>

**Fuente:** (Regodón, 2014; Tarija, 2002)

Según estos criterios de la tabla III-4 el proceso más conveniente para la fermentación alcohólica es la fermentación con levaduras comerciales.

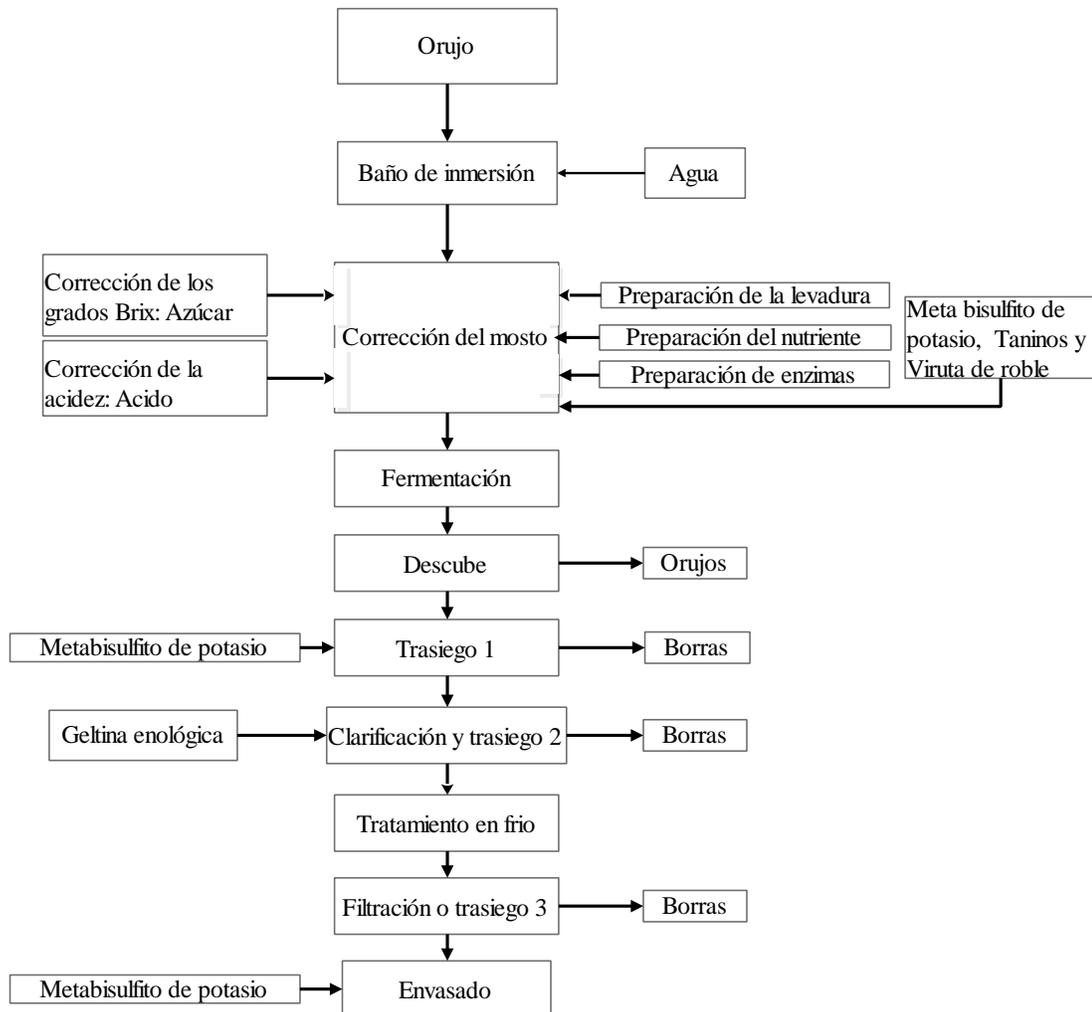
Es un método donde se tiene un inicio más rápido de fermentación, también un mayor consumo de azúcares fermentables y la disponibilidad de este tipo de levaduras en el mercado en cualquier momento.

Su principal función es asegurar la primera fase de fermentación del mosto y durante el proceso de fermentación la mayoría de los azúcares se convierten en alcohol, que se produce por la actividad de la levadura.

### **3.5 Descripción del proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva**

El proceso de elaboración implicó desde la recepción de la materia prima en la bodega donde se verifica primeramente el estado y la calidad del orujo de uva en el que se encuentra, posteriormente se procede a la dilución de la misma siendo necesario el enriquecimiento del mosto para llevarse a cabo una fermentación eficaz; en la figura III-1, se muestra el diagrama de bloques del proceso de producción de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.

**Figura III-1. Diagrama de bloques proceso de producción de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva**



**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.5.1 Recepción de la materia prima

La materia prima que se utilizó para la elaboración de este proyecto proviene de la bodega Cañón Escondido, se recibió en tachos de plástico como se muestra en la imagen III-2. El orujo fresco y uniforme en cuanto a su calidad, y se lo conservó a temperaturas entre 4 y 7 °C hasta el inicio de la fase experimental.

**Imagen III-2. Recepción de orujo de uva.**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.2 Pesado

Para dar inicio a la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva, primero se realizó el pesado de la materia prima, para poder definir las cantidades de insumos enológicos que se utilizaran durante la vinificación y para calcular posteriormente el rendimiento del proceso de fermentación. En un recipiente previamente desinfectado se pesó 3000 g de orujo de uva para cada tratamiento.

**Imagen III-3. Pesado del orujo de uva**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.3 Baño de inmersión o encubado

Después del pesado, el orujo fue trasladado al respectivo recipiente de plástico de capacidad 10 litros, previamente desinfectados con alcohol al 96%.

Luego para la dilución se adicionó 5 litros de agua mineral para cada tratamiento, y se dejó en reposo a temperatura ambiente por 5 horas y se procedió a realizar los siguientes análisis fisicoquímicos del mosto inicial: pH, °Brix, Temperatura y Acides total. Estos parámetros se midieron en las instalaciones del Laboratorio de Operaciones Unitarias, de la Carrera de Ingeniería Química, perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología, dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” (U.A.J.M.S) – Tarija, Bolivia.

#### Imagen III-4. Dilución del mosto



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.4 Preparación del mosto

Los grados alcohólicos finales dependen de la cantidad inicial de azúcar que contiene el mosto. Es por ello que se corrigió los °Brix del mosto adicionando azúcar blanca refinada hasta alcanzar los °Brix deseados. En la tabla III-5, se detallan las cantidades de azúcar que se añadió a cada tratamiento.

**Tabla III-6. Corrección de los °Brix**

Tratamientos	°Brix inicial	°Brix deseado	Cantidad de azúcar añadida (g)
1	0,5	21	900
2	0,5	25	1110
3	0,4	21	900
4	0,5	25	1110
5	0,4	21	910
6	0,4	25	1110
7	0,5	21	900
8	0,4	25	1150

**Fuente:** Elaboración propia

**Imagen III-5. Pesado y adición de azúcar para la corrección de los °Brix**



**Fuente:** Elaboración propia

También se procedió a corregir la acidez total del mosto para la mitad de los tratamientos. Para corregir la acidez se añadió ácido tartárico en una proporción 5g/l hasta obtener la acidez total deseada.

**Tabla III-7. Corrección de la acidez total**

Tratamientos	Acidez total inicial	Acidez total deseada	Cantidad de ácido tartárico añadido
1	0,975	0,975	-
2	0,975	0,975	-
3	0,975	5	20,12
4	0,975	5	20,12
5	0,90	0,90	-
6	0,90	0,90	-
7	0,975	5	20,12
8	0,90	5	20,5

**Fuente:** Elaboración propia

**Imagen III-6. Valoración ácido base para determinar la acidez total del mosto**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.5 Preparación y adición de la levadura

Para activar la levadura *Saccharomyces cerevisiae* se utilizó un recipiente donde se prepara la cantidad de agua tibia equivalente a 10 veces el peso de la levadura a utilizar, a temperatura de 37° C, se adiciona una cucharada de azúcar y se disuelve en el agua, y después se añade levadura esparciéndola sin remover. Se hidrata la levadura durante 30 minutos, en baño maría para que se mantenga a la temperatura adecuada.

Cuando se observa que hay desarrollo de las levaduras (esto se nota por el aumento del volumen, generando espuma, debido al CO<sub>2</sub>), se la adiciona al mosto en igual

proporción para todos los tratamientos y se procedió a la homogenización en el recipiente que va simular el tanque de fermentación.

### **Imagen III-7. Activación e inoculación de la levadura al mosto**



**Fuente:** Elaboración propia

El Fosfato de Amonio, nutriente para las levaduras, deberá ser previamente diluido en agua fría equivalente a 10 veces su peso, agregar al mosto y mezclar en dos ocasiones, 20 gr al preparar el mosto y 20gr más después de tres días, esto con la finalidad que el nitrógeno, que fácilmente es asimilable con lo que garantiza un medio adecuado para la fermentación.

De igual manera para las enzimas se debe diluir en agua fría equivalente a 10 veces el peso y agregar al mosto. Para los taninos se diluye en agua caliente equivalente a 10 veces su peso y agregar al mosto. La viruta de roble se debe hidratar con agua caliente por media hora e igualmente se adiciona al mosto.

#### **3.5.6 Sulfitado**

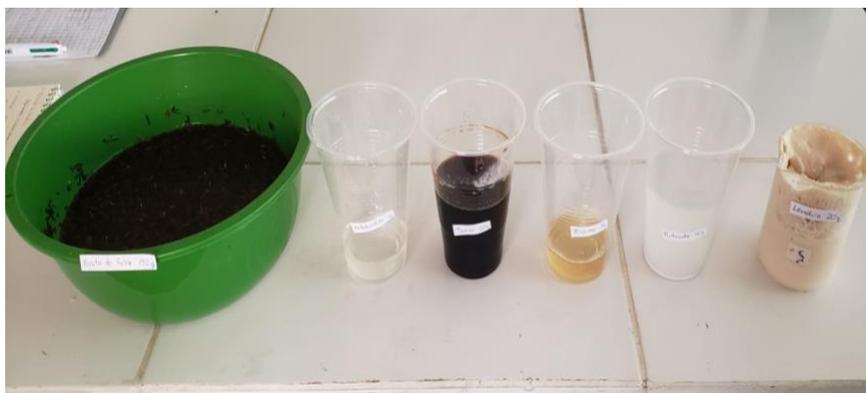
Se incorporó metabisulfito de potasio, con la finalidad de proteger al vino de acciones oxidantes. El sulfitado se realizó en cuatro ocasiones:

Primer sulfitado: Durante la preparación del mosto, para inactivar procesos de oxidación, e inhibir el desarrollo de microorganismos, particularmente de bacterias, y favorecer el arranque de la fermentación alcohólica por parte de la levadura añadida.

Segundo sulfitado: una vez finalizada la fermentación, durante el trasiego tras separar los sólidos, con el fin de evitar la proliferación de bacterias lácticas y acéticas, y prevenir la oxidación del vino.

Tercer sulfitado: Antes del embotellado para que actúe como conservante.

### **Imagen III-8. Dilución de los insumos para acondicionar al mosto**



**Fuente:** Elaboración propia

Por último, los baldes de plástico cada uno con una capacidad de 10 l son tapados con un material de lienzo para facilitar la salida de gases generados por la fermentación y evitar la contaminación con partículas no deseadas que se encuentran en el ambiente.

#### **3.5.7 Fermentación alcohólica**

Se inició la fermentación alcohólica a temperatura ambiente donde se controlaron los siguientes parámetros fisicoquímicos en cada tratamiento: Temperatura, pH y grados Brix, una vez al día durante todo el proceso fermentativo.

La fermentación se detiene cuando las levaduras han convertido todo el azúcar en alcohol, la cual duro 12-14 días.

**Imagen III-9. Fermentación alcohólica**

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.8 Bazuqueo

Durante la fermentación el gas carbónico desprendido empuja hacia arriba al orujo que se ubica en la parte superior de los baldes, formando el sombrero del mosto (hollejos, semillas y escobajos). Es por esto que se realiza el bazuqueo, el cual consiste en humedecer estos sólidos mezclándolos nuevamente con el mosto, esto es necesario para que el orujo de la uva este en contacto con el mosto y así haya la transferencia de color, aroma y compuestos polifenólicos propios del vino.

### 3.5.9 Trasiego

Terminada la fermentación se procedió al descube, para separar la bebida alcohólica de los hollejos y pepas. Para esto se utilizó un colador con una tela de lienzo, previamente bien desinfectados.

**Imagen III-10. Trasiego de la bebida alcohólica tipo vino**

Fuente: Elaboración propia

El trasiego se realizó trasvasando la bebida alcohólica tipo vino de un recipiente a otro. En el caso de la presente investigación se utilizó botellones de vidrio donde se llenaron al tope y se taparon con corchos para evitar su oxigenación.

Se realizaron los demás trasiegos con el mismo procedimiento utilizando los criterios enológicos de degustación y la cantidad de sólidos y borras. Se mantuvo en un lugar fresco para facilitar este proceso.

#### **Imagen III-11. Sedimentos del trasiego**



**Fuente:** Elaboración propia

#### **3.5.10 Clarificación**

Es un procedimiento para clarificar y purificar la bebida alcohólica, requieren el uso de coagulantes orgánicos o inorgánicos luego de los trasiegos, además de estabilizar el producto. Se utilizó como clarificante la gelatina enológica para los diferentes tratamientos. Primero se pesó la dosis a utilizar de clarificante, diluyéndolo 10 veces su peso en agua caliente que fue 37,5 g de gelatina enológica preparada, dejando en reposo durante 30 min, y se agrega a la bebida obtenida. Pasada una semana se procedió a realizar el trasiego respectivo.

**Tabla III-8. Peso del material sólido filtrado y trasiegos**

Tratamientos	Material sólido filtrado (g)	Trasiego 1 (g)	Trasiego 2 (g)	Peso Total del tipo vino (g)
1	2590	345	161	2084
2	2650	334	152	2164
3	2688	341	168	2179
4	2654	371	170	2112
5	2670	387	172	2111
6	2660	324	155	2181
7	2615	363	166	2086
8	2698	335	159	2204

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### 3.5.11 Tratamiento de frío

Para una estabilización óptima y completa se realizó el tratamiento de frío a todas las bebidas tipo vino en sus respectivos envases. Estos fueron almacenados en un refrigerador con una temperatura comprendida entre 2° C y 5° C durante 15 días. Pasado este tiempo se realizó un trasiego en conjunto con una filtración hacia otros envases limpios e higienizados, para posteriormente realizar el embotellado las bebidas alcohólicas tipo vino.

**Imagen III-12. Tratamiento de frío**

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.12 Envasado

Y por último se procedió al envasado de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva en botellas de vidrio de 750 ml para su posterior almacenamiento, evitando la luz, humedad y filtración de temperaturas ambientales.

**Imagen III-13. Envasado**



Fuente: Elaboración Propia

## 3.6 Diseño experimental

El diseño experimental tiene como objetivo, definir el arreglo de los tratamientos sobre las unidades experimentales, de tal modo que se obtengan estimaciones de los contrastes de interés para el investigador, con la mayor precisión posible y con la finalidad de contar con información para hacer una evaluación estadística del comportamiento de las variables analizadas en la investigación.

### 3.6.1 Diseño factorial fermentación alcohólica

El diseño factorial para la fermentación alcohólica es de  $2^k$  ( $k$  = número de factores o variable), en lo cual se tiene 2 factores y 2 niveles. Por lo tanto, se tendrá un número de experimentos de:

$$2^2 = 4 * 2 \text{ repeticiones} = 8 \text{ experimentos.}$$

Para cada factor se estudia a dos niveles: nivel o valor alto (+) y nivel o valor bajo (-).

( + ) = nivel alto

( - ) = nivel bajo

Las variables identificadas son: Acidez total y °Brix.

**Tabla III-9. Niveles de las variables para la fermentación alcohólica**

Variables	Niveles	
	Nivel ( - )	Nivel ( + )
Acidez Total	Sin corregir	Corregir a 5
°Brix	21	25

**Fuente:** Elaboración Propia

Para conocer los efectos de un factor es suficiente hacerlo variar entre los extremos de sus niveles: entre el nivel (-) y (+). Además de su variación se debe realizar para cada posible combinación de los valores de los demás factores. Esto permitirá descubrir si el efecto depende de qué valor tomen los otros factores. Todas estas combinaciones están contempladas en la siguiente tabla.

**Tabla III-10. Codificación de las variables**

Variables	Niveles	
	Nivel ( - )	Nivel ( + )
Acidez Total	-	+
°Brix	-	+

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.7 Variable respuesta

La variable respuesta se define desde el punto de vista de poder calificar la aceptación de las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del producto final por parte de los evaluadores, además de responder a las normas a las cuales se somete.

La variable respuesta para esta investigación está en función a las características organolépticas que se evalúan mediante un análisis sensorial.

La tabla III-10 representa la matriz del diseño a utilizar, están los 4 experimentos más sus réplicas.

**Tabla III-11. Matriz de diseño**

Tratamientos	Acidez Total	°Brix	Variable respuesta (Análisis sensorial)
1	-	-	R1
2	+	-	R2
3	-	+	R3
4	+	+	R4
5	-	-	R5
6	+	-	R6
7	-	+	R7
8	+	+	R8

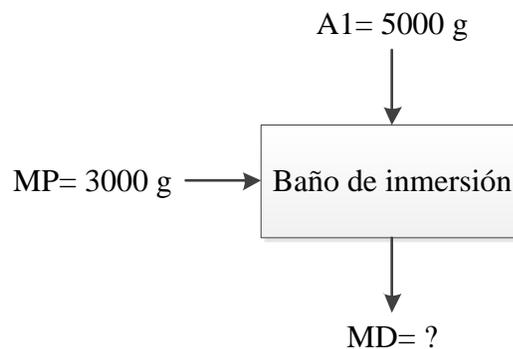
**Fuente:** Elaboración propia

### **3.8 Balance de materia para el proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva**

Se realiza el balance de materia para determinar las pérdidas que se tuvieron en el proceso, siguiendo la figura III-1. Se tomará como base de cálculo 3000 g de materia prima (orujo de uva), para el tratamiento 4.

#### **3.8.1 Balance de materia en el baño de inmersión**

En la figura III-2, se muestra el balance de materia en la etapa del baño de inmersión.

**Figura III-2:** Balance de materia en la etapa del baño de inmersión

**Fuente:** Elaboración propia

A1: Agua

MP: Orujo

MD: Mosto diluido

### **Balance de materia global en la etapa del baño de inmersión**

$$MP + A1 = MD \quad \text{Ecuación III-1}$$

Despejando MD de la ecuación III-1

$$MD = MP + A1 \quad \text{Ecuación III-2}$$

### **Cálculo del agua que ingresa a la etapa del baño de inmersión, aproximado a una relación agua: materia prima (2:1)**

$$A1 = 1,67:MP \quad \text{Ecuación III-3}$$

$$A1 = 1,67 * 3000 \text{ g}$$

$$A1 = 5000 \text{ g de agua}$$

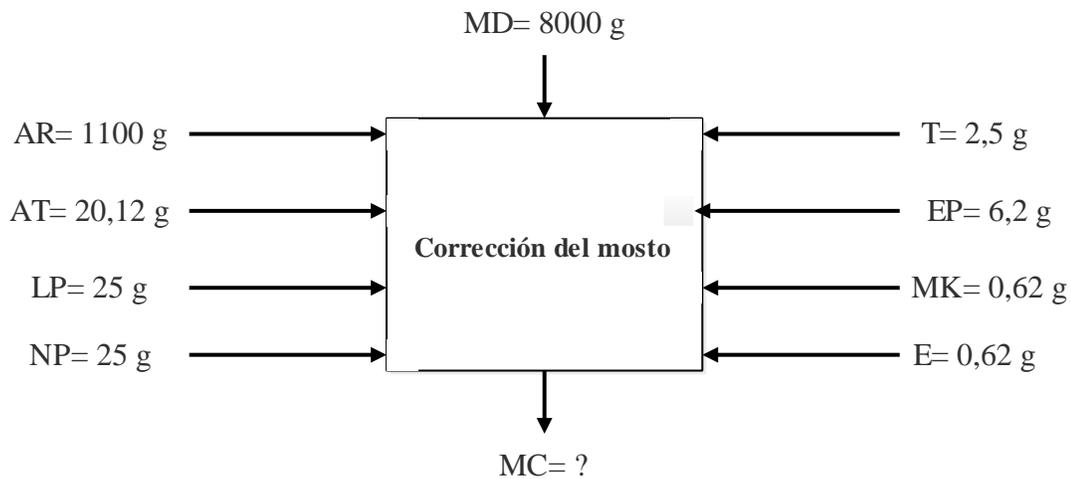
Remplazando A1 en la ecuación III-2

$$MD = 3000 \text{ g} + 5000 \text{ g}$$

$$MD = 8000 \text{ g de mosto diluido}$$

### **3.8.2 Balance de materia en corrección del mosto**

En la figura III-3, se muestra el balance de materia en la etapa de corrección del mosto.

**Figura III-3:** Balance de materia en la etapa de corrección del mosto

**Fuente:** Elaboración propia

MD: Mosto diluido

AR: Azúcar refinada

AT: Acido tartárico

LP: Levadura preparada

NP: Nutriente preparado

T: Taninos

EP: Enzima preparada

MK: Metabisulfito de potasio

VR: Viruta de roble

MC: Mosto corregido

### Balance de materia global en la etapa de corrección del mosto

$$MD + AR + AT + LP + NP + T + EP + MK + VR = MC \quad \text{Ecuación III-4}$$

Despejando MD de la ecuación III- 4

$$MC = MD + AR + AT + L + N + T + E + MK + VR \quad \text{Ecuación III-5}$$

### Cálculo de la preparación de la levadura para la etapa de corrección del mosto en una relación agua: levadura (10:1)

$$LP = 10: L \quad \text{Ecuación III-6}$$

$$LP = 10 * 2,5 \text{ g}$$

LP = 25 g de Levadura preparada

**Cálculo de la preparación del nutriente (Fosfato de Amonio) para la etapa de corrección del mosto en una relación agua: nutriente (10:1)**

$$NP = 10: N$$

Ecuación III-7

$$NP = 10 * 2,5 \text{ g}$$

NP = 25 g de nutriente preparado

**Cálculo de la preparación de la enzima para la etapa de corrección del mosto en una relación agua: enzima (10:1)**

$$EP = 10: NE$$

Ecuación III-8

$$EP = 10 * 0,62 \text{ g}$$

EP = 6,2 g de enzima preparada

Remplazando LP, NP y EP en la ecuación III-5

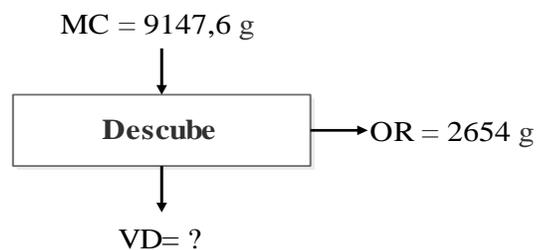
$$MC = 8000 \text{ g} + 1100 \text{ g} + 20,12 \text{ g} + 25 \text{ g} + 25 \text{ g} + 25 \text{ g} + 0,62 \text{ g} + 6,2 \text{ g} + 18,75 \text{ g}$$

MC = 9195,69 g de mosto corregido

**3.8.3 Balance de materia durante la etapa de descube**

En la figura III-4, se muestra el balance de materia en la etapa de descube

**Figura III-4:** Balance de materia en la etapa de descube



**Fuente:** Elaboración propia

MC: Mosto corregido

OR: Orujo

VD: Bebida de descube

### Balance de materia global en la etapa de descube

$$MC = VD + OR$$

Ecuación III-9

Despejando VD de la ecuación III- 9

$$VD = MC - OR$$

Ecuación III-10

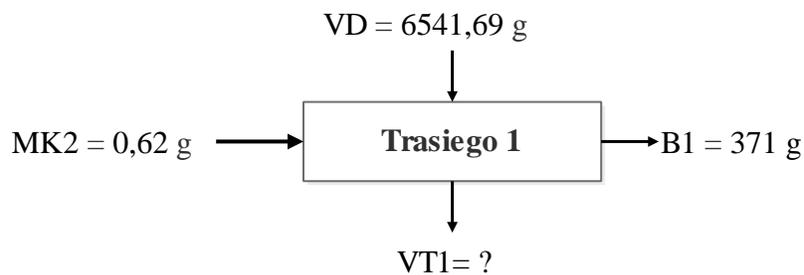
$$VD = 9195,69 \text{ g} - 2654 \text{ g}$$

$$VD = 6541,69 \text{ g de descube}$$

### 3.8.4 Balance de materia durante trasiego 1

En la figura III-5, se muestra el balance de materia en la etapa de trasiego 1

**Figura III-5:** Balance de materia en la etapa de trasiego 1



**Fuente:** Elaboración propia

VD: Bebida de descube

MK2: Metabisulfito de potasio

VT1: Bebida después del trasiego 1

B1: Borrás

### Balance de materia global en la etapa trasiego 1

$$VF + MK2 = VT1 + B1$$

Ecuación III-11

Despejando VT1 de la ecuación III- 11

$$VT1 = VD + MK2 - B1$$

Ecuación III-12

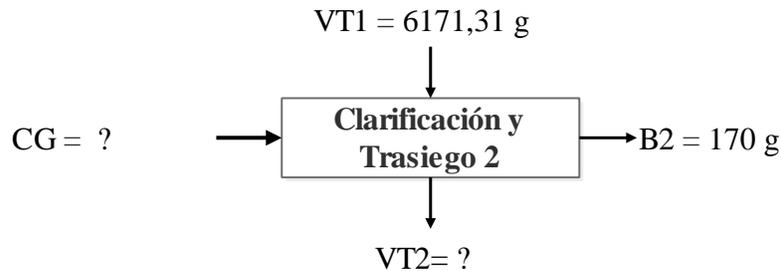
$$VT1 = 6541,69 \text{ g} + 0,62 \text{ g} - 371 \text{ g}$$

$$VT1 = 6171,31 \text{ g de bebida después del trasiego 1}$$

### 3.8.5 Balance de materia durante la clarificación y trasiego 2

En la figura III-6, se muestra el balance de materia en la etapa de clarificación y trasiego 2.

**Figura III-6:** Balance de materia en la etapa de clarificación y trasiego 2



**Fuente:** Elaboración propia

VT1: Bebida después del primer trasiego

CG: Clarificante: gelatina enológica

VT2: Bebida después del clarificado y trasiego 2

B2: Borrás

**Cálculo de la preparación del clarificante (gelatina enológica) para la etapa de clarificación y trasiego 2 en una relación agua: gelatina enológica (10:1)**

$$CG = 10: CG \quad \text{Ecuación III-13}$$

$$CG = 10 * 3,75g$$

$$CG = 37,5 \text{ g de gelatina enológica preparada}$$

**Balance de materia global en la etapa de clarificación y trasiego 2**

$$VT1 + CG = VT2 + B2 \quad \text{Ecuación III-14}$$

Despejando VT2 de la ecuación III- 14

$$VT2 = VT1 + CG - B2 \quad \text{Ecuación III-15}$$

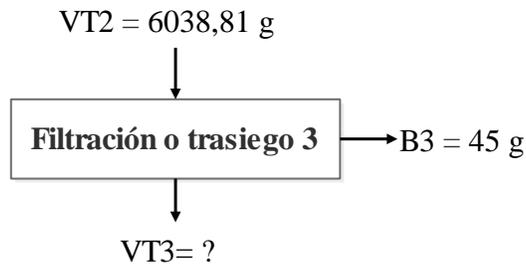
$$VT2 = 6171,31 + 37,5 \text{ g} - 170 \text{ g}$$

$$VT2 = 6038,81 \text{ g de bebida después del trasiego 2}$$

### 3.8.6 Balance de materia durante la etapa de filtración o trasiego 3

En la figura III-7, se muestra el balance de materia en la etapa de filtración o trasiego 3.

**Figura III-7:** Balance de materia en la etapa de filtración o trasiego 3



**Fuente:** Elaboración propia

### Balance de materia global en la etapa de filtración o trasiego 3

$$VT2 = VT3 + B3 \quad \text{Ecuación III-16}$$

Despejando  $VT3$  de la ecuación III-15

$$VT3 = VT2 - B3 \quad \text{Ecuación III-17}$$

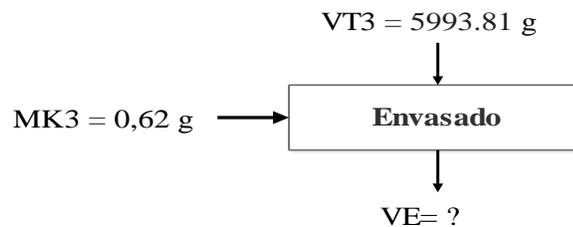
$$VT3 = 6038,81 \text{ g} - 45 \text{ g}$$

$$VT3 = 5993,81 \text{ g de bebida después filtrado o trasiego 3}$$

### 3.8.7 Balance de materia durante el envasado

En la figura III-8, se muestra el balance de materia en la etapa de envasado.

**Figura III-8:** Balance de materia en la etapa de envasado



**Fuente:** Elaboración propia

$VT2$ : Bebida después del segundo trasiego

$MK3$ : Metabisulfito de potasio (como conservante)

$VE$ : Bebida envasado

$B3$ : Borrás

### Balance de materia global en la etapa de envasado

$$VT3 + MK3 = VE$$

Ecuación III-18

Despejando VE de la ecuación III- 12

$$VE = VT3 + MK3$$

Ecuación III-19

$$VE = 5960,06 \text{ g} + 0,62 \text{ g}$$

$$VE = 5959,44 \text{ g}$$

**La densidad estimada de la bebida alcohólica tipo vino es de 1,00 g/ml**

$$VE = 5959,44 \text{ g} \times 1,00 \frac{\text{ml}}{\text{g}} \times \frac{1\text{L}}{1000 \text{ ml}} = 5,959 \text{ litros}$$

### 3.8.8 Rendimiento del proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva

$$\text{Rendimiento}(\eta) = \frac{\text{masa de la bebida (VE)}}{\text{masa de mosto inicial (MD)}} \times 100\%$$

Ecuación III-20

$$\text{Rendimiento} \eta = \frac{5959,44 \text{ g}}{8000\text{g}} \times 100\%$$

$$\eta = 74,49\%$$

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Durante el proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva, se llevaron a cabo diversos análisis, tanto a la materia prima, al mosto inicial utilizado y así también al producto terminado de cada uno de los tratamientos.

#### 4.1 Caracterización de la materia prima

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos del orujo de uva que se realizaron en el laboratorio del CEANID se muestran en la tabla IV.1

**Tabla IV-1. Análisis fisicoquímico del orujo de uva**

Parámetros	Unidades	Resultado
Acidez total (Ac.Tartárico)	%	1,37
Acidez volátil (Ac.Acético)	%	0,79
Grado alcohólico (20°C)	°GL	n.d.
pH (20°C)	-	3,18
Anhídrido Sulfuroso total	g/kg	0,03

Fuente: CEANID, 2021.

#### 4.2 Análisis fisicoquímico en el mosto inicial y mosto corregido

Luego de la mezcla de orujo con agua se procedió a su caracterización, como se muestran en la tabla IV-2: el contenido de sólidos solubles, acidez total y pH de los mostos iniciales.

**Tabla IV-2. Caracterización de los mostos iniciales**

Tratamiento	Parámetro		
	°Brix	Acidez Total (g/l Ác. tartárico)	pH
1	0,5	0,975	4,2
2	0,5	0,975	4,1
3	0,4	0,975	4,1
4	0,5	0,975	4,1

Fuente: Elaboración Propia.

Con los resultados obtenidos del mosto inicial después de la dilución fue necesario corregir los parámetros de grados Brix y acidez. Se procedió a la corrección de los mostos, como se indica en la tabla IV-3.

**Tabla IV-3. Resultados de los mostos corregidos**

Tratamiento	Parámetro		
	°Brix	Acidez total expresado (Ác. tartárico)	pH
1	21	0,975	4,2
2	25	0,975	4,1
3	21	5	3,6
4	25	5	3,5

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3 Controles realizados en la fermentación alcohólica

En la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva las mediciones realizadas en la fase experimental fueron: pH, temperatura y grados Brix.

#### 4.3.1 Medición del pH

Se midió el pH de los diferentes tratamientos como se muestra en la imagen IV-1

**Imagen IV-1. Medición del pH**



Fuente: Elaboración Propia. 2021

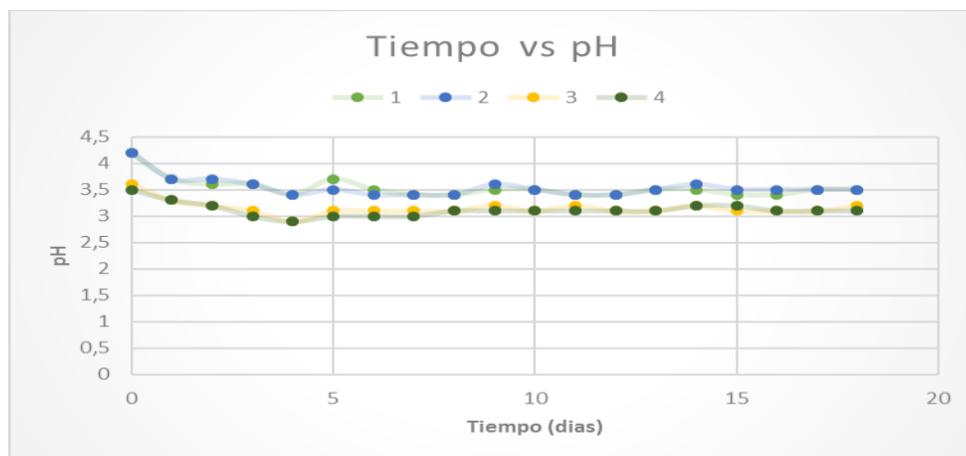
Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y el número de días hasta terminar la fermentación alcohólica son los siguientes:

**Tabla IV-4. Control del pH durante la fermentación alcohólica**

Día	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	4,2	4,2	3,6	3,5	4	4,1	3	3,3
1	3,7	3,7	3,3	3,3	3,8	3,7	3,3	3,1
2	3,6	3,7	3,2	3,2	3,7	3,5	3,2	3,1
3	3,6	3,6	3,1	3	3,5	3,4	3	3,1
4	3,4	3,4	2,9	2,9	3,3	3,4	2,9	3,1
5	3,7	3,5	3,1	3	3,5	3,5	3	3
6	3,5	3,4	3,1	3	3,4	3,4	3,1	3
7	3,4	3,4	3,1	3	3,5	3,4	3	2,9
8	3,4	3,4	3,1	3,1	3,5	3,4	3,1	3
9	3,5	3,6	3,2	3,1	3,5	3,5	3	3
10	3,5	3,5	3,1	3,1	3,4	3,5	3,5	3,1
11	3,4	3,4	3,2	3,1	3,5	3,4	3,1	3,1
12	3,4	3,4	3,1	3,1	3,5	3,4	3,1	3,1
13	3,5	3,5	3,1	3,1	3,6	3,4	3,1	3,2
14	3,5	3,6	3,2	3,2	3,6	3,5	3,1	3,1
15	3,4	3,5	3,1	3,2	3,5	3,5	3	3
16	3,4	3,5	3,1	3,1	3,5	3,4	3	3,1
17	3,5	3,5	3,1	3,1	3,4	3,5	3	3,1
18	3,5	3,5	3,2	3,1	3,5	3,5	3,1	3,1

Fuente: Elaboración propia

**Figura IV-1. Control del pH durante la fermentación alcohólica**



Fuente: Elaboración propia

### 4.3.2 Medición de la temperatura

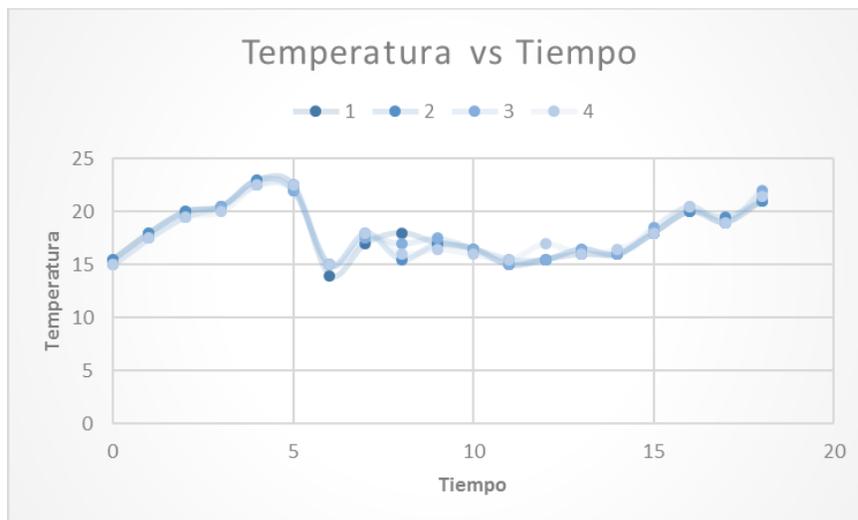
El control de la temperatura es muy importante durante el proceso fermentativo, se debe mantener una temperatura adecuada ya que a una elevada temperatura puede causar la muerte de las levaduras y una temperatura baja puede detener la fermentación.

**Tabla IV-5. Control de la temperatura durante la fermentación alcohólica**

Día	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	15,5	15,5	15	15	15,5	15,5	15,5	15
1	18	18	17,5	17,5	18	18	17,5	15
2	20	20	19,5	19,5	19	19	19	19,5
3	20,5	20,5	20,5	20	20	21	20	20
4	23	23	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	20
5	22,5	22	22	22,5	22	22	22	22,5
6	14	15	15	15	15,5	15	15,5	15
7	17	20,5	14,5	18	21	18	20	15
8	18	15,5	23	16	15	17	17	17,5
9	17	17	17,5	16,5	16,5	16,5	16	16
10	16,5	16,5	16,5	16	16	16	16,5	16
11	15	15,5	15	15,5	15	15	15	16
12	15,5	15,5	15,5	17	15,5	15,5	16	17
13	16	16,5	16,5	16	16	16	16	16,5
14	16	16	16	16,5	16	16	16	16,5
15	18	18	18,5	18	17,5	17,5	18	18
16	20	20	20,5	20,5	20	20	20	20
17	19	19,5	19	19	20	20	19,5	19,5
18	21	21	22	21,5	22	21	21,5	21

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura IV-2. Control de la temperatura durante la fermentación alcohólica**



Fuente: Elaboración propia

Se realizó el control de la temperatura dos veces al día (mañana y tarde) en cada una de los diferentes tratamientos. Las temperaturas de fermentación alcohólica estuvieron comprendidas entre los 15 °C y 22 °C.

#### 4.3.3 Medición de los grados °Brix

Utilizando un refractómetro digital, se controló la transformación del azúcar en alcohol. Se leyó los grados Brix en el refractómetro como se observa en la imagen IV-2.

**Imagen IV-2. Medición de los grados °Brix**



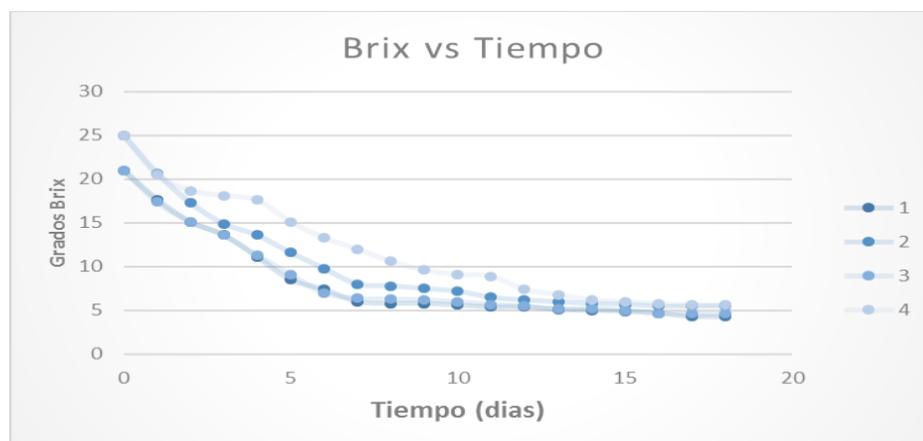
Fuente: Elaboración propia

**Tabla IV-6. Control de los grados °Brix durante la fermentación alcohólica**

Día	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	21	25	21	25	21	25	21	25
1	17,7	20,7	17,4	20,5	15,9	21,1	18	20,8
2	15,1	17,3	15,1	18,7	14,2	17,5	16,9	20,1
3	13,6	14,9	13,6	18,1	11,9	15,2	16,2	19,9
4	11,1	13,6	11,3	17,6	9,2	14,3	15	19,4
5	8,5	11,6	9,1	15,1	6,8	11,4	12	17,3
6	7,4	9,8	7	13,3	5,9	9,6	10,1	15,2
7	6	8	6,4	12	5,5	7,8	8,5	14,5
8	5,8	7,8	6,3	10,6	5,3	7,5	7,2	11,7
9	5,8	7,5	6,2	9,6	5,1	7,3	6,6	10,2
10	5,6	7,2	6	9,1	5,1	7	6,1	9,6
11	5,4	6,5	5,7	8,9	5	6,9	5,6	8,9
12	5,4	6,2	5,5	7,4	5	6,5	5,2	7,8
13	5,1	6	5,2	6,8	4,9	6,5	5,1	7,6
14	5	5,8	5,2	6,2	4,8	6,3	4,9	7,4
15	4,9	5,7	5	6	4,8	6	4,9	6,1
16	4,7	5,5	4,7	5,8	4,6	5,8	4,8	5,5
17	4,3	5,5	4,6	5,6	4,6	5,7	4,7	5,3
18	4,3	5,5	4,6	5,6	4,6	5,7	4,7	5,3

Fuente: Elaboración propia

**Figura IV-3. Gráfica de control °Brix vs tiempo**



Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla IV-6 se observa el número de días de todos los tratamientos en estudio hasta alcanzar los grados °Brix constantes. Entre todos los tratamientos existen diferencias significativas en el número de días, siendo el T1 y T3 los que presentan un tiempo menor (15 días) frente a los tratamientos T2 (17 días) y el T4 (18 días).

#### 4.4 Análisis fisicoquímico del producto final

Los análisis de las propiedades fisicoquímicas de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva se realizan en el laboratorio CEANID.

En la tabla IV-7 se muestra los resultados del análisis fisicoquímico del producto final de la muestra n°4 (ver Anexo A)

Donde se puede observar que los parámetros medidos por el laboratorio se encuentran dentro de la Norma Boliviana NB 322002.

**Tabla VI-7. Análisis fisicoquímico de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva**

Indicadores	Unidades	Resultado
Acidez volátil (como Ac. Acético)	g/l	0,33
Grado alcohólico	°GL	14
Metanol	mg/l	95,4
Anhídrido sulfuroso total	mg/l	249,8
Anhídrido sulfuroso libre	mg/l	105,7
pH (20°C)	-.	2,53
Sólidos solubles	°Brix	7,3

Fuente: CEANID, 2021.

#### 4.5 Resultados del análisis sensorial

Una vez terminado el proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva se procedió a analizar sus características sensoriales, se realizó en escala hedónica (ver Anexo D); utilizando 20 catadores al azar y no entrenados que evaluaron los atributos de sabor, olor y color. En las siguientes tablas IV-8, IV-10 y IV-12 se muestra los resultados finales de dicha evaluación.

Para cada atributo sensorial como color, sabor, aroma, al igual que las variables de medición cuantitativas se realizó análisis de varianza, y rangos múltiples de Duncan con el 5 % de probabilidad.

### **Hipótesis**

Diseño Experimental, de acuerdo a la probabilidad que se obtenga se aceptarán o rechazarán las hipótesis planteadas, para lo cual nos basamos en los rangos de probabilidad establecidos según la regla de decisión, lo que nos manifiesta:

Cuando la probabilidad es menor de 0.05 es significativo y se rechaza la hipótesis nula.

Cuando la probabilidad es mayor de 0.05 no es significativo y se acepta la hipótesis nula.

Ho= Las diferentes variables del experimento no influye en las características organolépticas, físico-químico de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.

H1= Las diferentes variables del experimento si influyen en las características organolépticas, físico-químico de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.

#### 4.5.1 Análisis de varianza para el atributo color de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva

**Tabla IV-8. Resultados del análisis sensorial: Color**

Catador	M1	M2	M3	M4
1	5	4	4	4
2	4	4	5	5
3	5	4	5	5
4	4	4	4	5
5	4	5	3	5
6	4	5	5	4
7	4	3	4	5
8	3	3	3	3
9	5	5	4	5
10	4	5	4	5
11	4	4	3	4
12	4	4	3	4
13	3	4	5	5
14	4	4	4	5
15	4	4	4	5
16	5	5	4	5
17	5	4	5	5
18	4	4	5	5
19	4	4	4	5
20	4	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

**Tabla IV-9. Análisis de varianza para el atributo color de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	4,3	1,4333	3,57	0,018
Error	76	30,5	0,4013		
Total	79	34,8			

Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla IV-9 de análisis de varianza para el atributo color, se puede observar que el valor p de significancia es menor de 0,05 por lo tanto es significativo y se rechaza la hipótesis nula.

#### 4.5.2 Análisis de varianza para el atributo aroma de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva

**Tabla VI-10. Resultados del análisis sensorial: aroma**

<b>Catador</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
1	5	4	4	4
2	3	4	3	5
3	5	5	5	5
4	3	5	4	5
5	3	3	5	4
6	5	4	4	5
7	5	4	5	4
8	2	3	3	4
9	5	4	3	5
10	5	5	4	5
11	4	5	4	5
12	3	4	4	5
13	4	4	4	4
14	4	3	4	5
15	4	3	4	5
16	5	4	4	5
17	5	4	4	5
18	4	5	5	4
19	5	4	5	5
20	4	5	5	5

Fuente: Elaboración propia, 2021

**Tabla IV-11. Análisis de varianza para el atributo aroma de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Factor</b>	3	4,85	1,6167	3,14	0,03
<b>Error</b>	76	39,1	0,5145		
<b>Total</b>	79	43,95			

Fuente: elaboración propia, 2021

En la tabla IV-11 de análisis de varianza para el atributo aroma, podemos observar que el valor p de significancia es menor de 0,05 por lo tanto es significativo y se rechaza la hipótesis nula.

### 4.5.3 Análisis de varianza para el atributo sabor de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva

**Tabla VI-12. Resultados del análisis sensorial: Sabor**

Catador	M1	M2	M3	M4
1	5	4	3	3
2	4	4	3	5
3	3	5	3	4
4	2	4	5	5
5	3	4	3	4
6	4	4	5	4
7	4	2	3	2
8	4	4	3	4
9	5	5	4	4
10	4	5	3	5
11	4	4	2	5
12	4	5	3	5
13	4	4	4	4
14	5	4	4	5
15	4	4	3	5
16	5	4	3	5
17	5	4	3	4
18	4	5	4	5
19	5	4	3	5
20	5	5	3	4

Fuente: Elaboración propia

**Tabla IV-13. Análisis de varianza para el atributo sabor de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva**

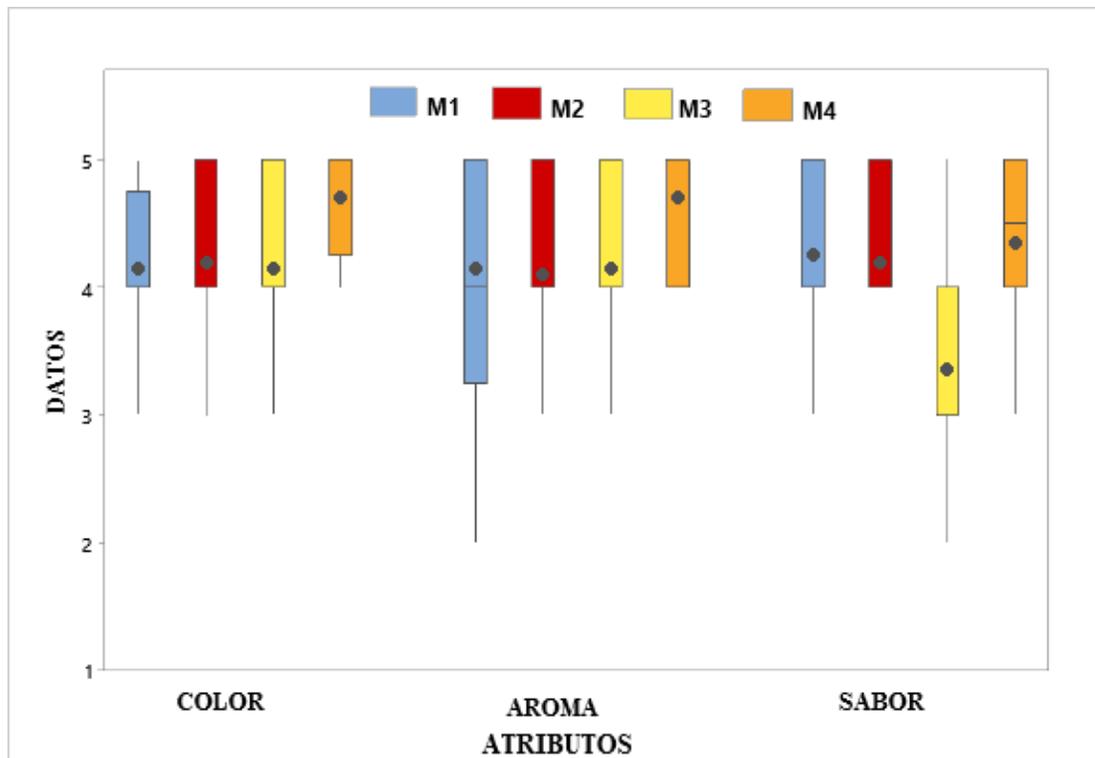
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	12,84	4,2792	7,06	0,000
Error	76	46,05	0,6059		
Total	79	58,89			

Fuente: elaboración propia

En la tabla IV-13 de análisis de varianza para el atributo sabor, se puede observar que el valor p de significancia es menor de 0,05 por lo tanto es significativo y se rechaza la hipótesis nula.

#### 4.5.4 Estadístico de caja y bigote para los atributos color, aroma y sabor

Figura IV-4. Estadístico de caja y bigote para los atributos color aroma y sabor



Fuente: elaboración propia, 2021

En la figura IV-4, se puede observar el análisis de resultados estadísticos de las medias en función a los atributos color, aroma y sabor de las muestras evaluadas de la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva, para el atributo color la muestra con mayor relevancia fue: la muestra M4 ya que tiene una media de puntuaciones mayor; por lo tanto indica que el 50% de los catadores que evaluaron dieron una puntuación de 5 o menos; seguida de la muestra M2 y M3 que tiene la misma media de puntuación.

Para el atributo aroma se puede observar que la muestra M4 tiene mayor puntuación por los catadores seguida por la M2 y M3; En el atributo color se puede observar que la muestra M4 tiene mayor puntuación seguido de la muestra M1 y M2.

De la siguiente figura IV-4 se puede indicar que la muestra M4 fue la que mejores puntuaciones obtuvo en función de los atributos color, aroma y sabor evaluados de la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.

#### **4.6 Análisis estadístico del diseño experimental**

El diseño experimental del presente trabajo se desarrolló con el diseño factorial ya especificado en la sección 3.6 tabla III-9 de acuerdo a las variables que influyen en el proceso.

Los valores experimentales de la tabla IV-14 se analizan mediante el análisis estadístico ANOVA, se utilizó el programa estadístico Minitab versión 2019 para la interpretación de la variable respuesta se realizó un análisis sensorial para evaluar las características organolépticas, físico-químico de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.

##### **4.6.1 Análisis de varianza**

Análisis de varianza (ANOVA) también conocida como análisis factorial, constituye la herramienta básica para el estudio del efecto de uno o más factores (cada uno con dos o más niveles) sobre la media de una variable continua. Es por lo tanto el test estadístico a emplear cuando se desea comparar las medias de dos o más grupos. Esta técnica puede generalizarse también para estudiar los posibles efectos de los factores sobre la varianza de una variable.

El análisis de la varianza muestra las variables principales que influyen sobre la variable respuesta, verificando sí todos los factores y sus combinaciones son significativos.

Para el análisis estadístico se tomó los valores medios de los puntajes obtenidos de los catadores en el análisis sensorial realizado para evaluar las características organolépticas, físico-químico de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.

En la tabla IV-14 se observa los valores medios de las 4 muestras y sus respectivas replicas.

**Tabla IV-14. Valores para el cálculo del análisis de la varianza**

Tratamientos	Acidez Total	°Brix	Análisis sensorial
1	-	-	12,4
2	+	-	12,5
3	-	+	11,65
4	+	+	13,75
5	-	-	12,35
6	+	-	12,55
7	-	+	11,75
8	+	+	13,65

Fuente: Elaboración propia, 2021

**Tabla VI-15. Diseño factorial variable respuesta (ANOVA)**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	4,1475	1,3825	442,4	0,000
Lineal	2	2,43625	1,21813	389,8	0,000
Acidez total	1	2,31125	2,31125	739,6	0,000
°Brix	1	0,125	0,125	40	0,003
Interacciones de 2 términos	1	1,71125	1,71125	547,6	0,000
Acidez total*°Brix	1	1,71125	1,71125	547,6	0,000
Error	4	0,0125	0,00312		
Total	7	4,16			

Fuente: Elaboración propia, 2021

Los valores P obtenidos de la tabla IV-15 son inferiores al valor P 0,05 (valor de significancia) mismos que indican que estos factores son muy influyentes en la evaluación de las características organolépticas de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva realizado por los catadores en el análisis sensorial. También en la tabla se puede observar que la interacción Acidez total\*°Brix es significativa con un valor P 0.003.

**Tabla VI-16. Resumen del modelo variable respuesta**

S (pred)	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado
0,0559017	99,70%	99,47%	98,80%

Fuente: Elaboración propia, 2021

El valor cuadrático ajustado es muy prometedor para predecir la variable respuesta en posteriores experimentos.

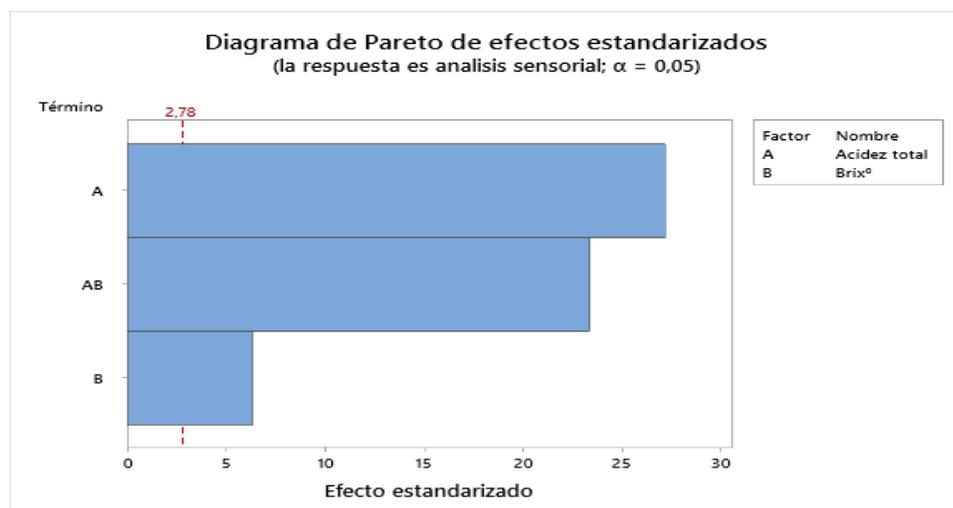
#### 4.6.2 Ecuación de regresión lineal variable respuesta

El modelo matemático para variable respuesta responde a la ecuación:

$$\text{Análisis Sensorial} = 12,575 + 0,538\text{Acidez total} + 0,125 \text{°Brix} + 0,462\text{Acidez total}*\text{°Brix}$$

#### 4.6.3 Pareto de los efectos estandarizados para el análisis sensorial del de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva

Un diagrama de Pareto es una gráfica de barras en la cual las barras se ordenan de la frecuencia de ocurrencias más alta a la frecuencia de ocurrencias más baja, el diagrama de Pareto se utiliza para jerarquizar los defectos de mayor a menor, de forma que pueda priorizar los esfuerzos en cuanto a mejorar la calidad. (Minitab, 2019)

**Figura IV-5. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados**

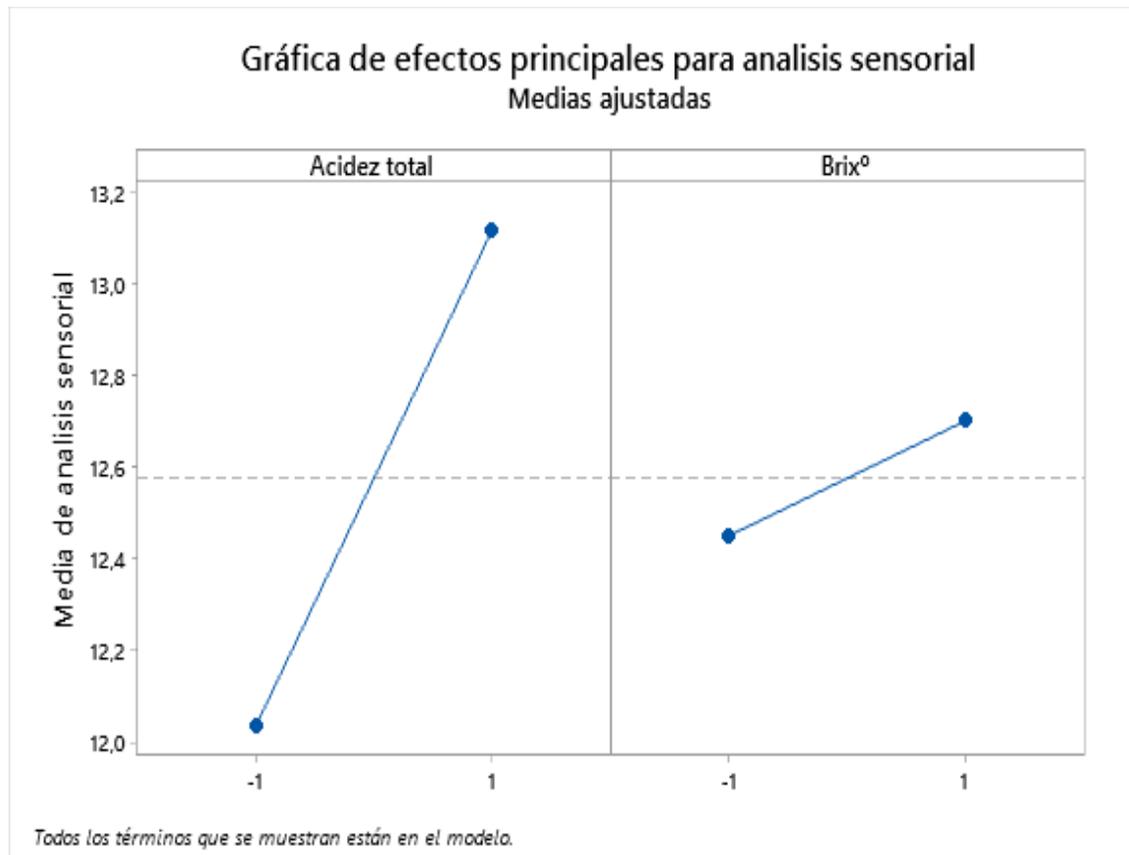
Fuente: Elaboración propia

La figura IV-5 Muestra los factores influyentes en los experimentos del diseño factorial, estos factores son significativos en el diseño cuando las barras sobrepasan la

línea crítica (línea en el gráfico), como se puede observar en el experimento el factor A es el más significativo seguido de la interacción AB que supera la línea crítica, y en menor medida se puede observar que el factor B supera la línea crítica.

#### 4.6.4 Gráficas factoriales de las variables del experimento

Figura IV-6. Grafica de efectos estandarizados de las variables



Fuente: Elaboración propia, 2021

En la figura IV-6 se observa que los dos factores: Acidez total y °Brix tienen efecto sobre la variable respuesta siendo mayor el efecto de la acidez total, correspondiente al nivel alto (corregir a 5). Sin embargo, se observa que a los 25 °Brix que es el nivel alto tiene un leve aumento en la media de los puntajes de los catadores es la más alta con respecto a un nivel bajo de 21 °Brix.

#### 4.7 Costos de proyecto

Los costos considerados en el presente trabajo de investigación según el balance de materia y todas las muestras experimentales se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla IV-17. Costos de materia prima, insumos y reactivos**

Ítem 1	Descripción	Precio unitario (Bs)	Unidad	Cantidad para 8 tratamientos	Costo total (Bs)
Materia prima	Orujo de uva	0	Kg	30	0
	Enzimas	1,5	g	4,96	7,44
	Azúcar	5	Kg	20	44
Insumos	Levadura	13	g	20	20
	Ácido tartárico	10	g	160,96	16,09
	Nutriente	12	g	20	6
	Metabisulfito de potasio	2	g	9,92	18
	Taninos	20	g	20	20
	Viruta de roble	30	g	150	30
	Gelatina	30	g	30	30
Reactivos	Hidróxido de sodio 0.1N	180	ml	500	90
	Azul de bromotimol	100	ml	50	40
	Alcohol al 96%	10	L	1	10
<b>TOTAL</b>					<b>331,53</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV-18. Costos de materiales

Ítem 2	Descripción	Precio unitario (Bs)	Cantidad	Costo total (Bs)
Materiales	Baldes	18	8	144
	Guantes	2	10	20
	Papel filtro	3	10	30
	Tela lienzo	6	2	12
	Botellas	2	25	50
	Liga	2,5	3	7,5
<b>TOTAL</b>				<b>263,5</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV-19. Costos de análisis en el CEANID

Ítem 3	Parámetros	Precio unitario (Bs)	Cantidad	Costo total (Bs)
Análisis orujo de uva	Acidez total	15	1	15
	Anhídrido Sulfuroso total	12	1	12
	pH	6	1	6
	Grado alcohólico	18	1	18
	Acidez volátil	20	1	20
Análisis de la bebida alcohólica	Acidez volátil	20	8	160
	pH	6	8	48
	SO <sub>2</sub> libre	12	8	96
	SO <sub>2</sub> total	12	8	96
	Sólidos solubles (Brix)	6	8	48
	Alcohol (metanol)	30	8	240
	Grado alcohólico	12	8	96
<b>TOTAL</b>				<b>855</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

**Tabla IV-20. Costos de material de apoyo**

<b>Ítem 4</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio unitario (Bs)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total (Bs)</b>
<b>Material de apoyo</b>	Transporte diario	1	pasaje	60	60
	Impresión	0,5	hoja	1000	500
	Anillado	5	pza	4	20
	Empastado	50	pza	3	150
	Fotocopias	0,2	hoja	150	30
	Transporte materia prima	20	pasaje	2	40
<b>TOTAL</b>					<b>800</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

**Tabla IV-21. Costos totales del estudio**

<b>Descripción</b>		<b>Costo total (Bs)</b>
<b>Ítem 1</b>	Costos de materia prima, insumos y reactivos	331,53
<b>Ítem 2</b>	Costos de materiales	263,5
<b>Ítem 3</b>	Costos de análisis	855
<b>Ítem 4</b>	Costos de material de apoyo	800
<b>TOTAL</b>		<b>2250,03</b>

Fuente: Elaboración propia

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Investigación “Elaboración de una bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva” se lograron alcanzar los objetivos planteados. En consecuencia, se tiene:

La caracterización de la materia prima orujo de uva; se resumen a continuación los parámetros que se analizó en el laboratorio (CEANID): Acidez total (ac. tartárico) 1,37%, acidez volátil 0,79 %, grado alcohólico n.d., dióxido de azufre total 0.03 g/Kg y pH (20°C) 3,18.

Para la selección del método de fermentación alcohólica se tomó en cuenta varios tipos de fermentación, analizando las desventajas y ventajas de los tipos de fermentación donde se concluyó que la fermentación con levaduras comerciales es la más viable para la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.

Las variables identificadas para el diseño factorial de la fermentación alcohólica para la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva fueron: Acidez y grados °Brix y la variable respuesta está en función a las características organolépticas que se evaluaron mediante un análisis sensorial.

Las características fisicoquímicas del producto obtenido experimentalmente: de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva, para consumo humano se resumen a continuación para la muestra M4: Acidez volátil 0.33 g/l, grado alcohólico 14 GL, pH 2,93, alcohol (metanol) 95.4 mg/l, dióxido de azufre total 249.8 mg/l, dióxido de azufre libre 105.7 mg/l y sólidos solubles 7.3 °Brix. Donde se concluye que las muestras analizadas se encuentran dentro de la norma boliviana.

Del análisis sensorial realizado donde se evaluó las características organolépticas de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva, en función al color, aroma y sabor, se observó que la muestra con mayor aceptación por los catadores fue la muestra M4, la cual fue realizada según el diseño de experimentos con un nivel alto de acidez total (corregir a 5) y un nivel alto de 25 °Brix.

Concluida la parte experimental y según la variable respuestas y corroborado por el análisis estadístico se determinó las condiciones más óptimas para la elaboración de experimental de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva son: una acidez total corregida a 5 con los 25 °Brix.

De los cálculos realizados se determinó mediante balance de materia que el rendimiento conseguido en el proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva, es 70,39 % en masa.

## **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda que durante el proceso de producción de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva, es imprescindible llevar un control diario sobre los cambios que se van dando durante la fermentación alcohólica, ya que de un momento a otro se pueden producir transformaciones que podrían ocasionar un daño irreparable en las características del producto final, por lo que se debe aplicar las normas de inocuidad alimentaria y criterios enológicos durante todo el proceso de vinificación.

Se recomienda repetir la investigación en otras variedades, a la de la utilizada en el presente estudio, con la finalidad de reafirmar y ampliar la hipótesis. El proyecto se realizó a escala laboratorio, se recomienda abordar un estudio de mercado en caso de querer aplicar a escala piloto la elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.

Realizar el estudio de un análisis sensorial con personas entrenadas que sean capaces de percibir mejor las características organolépticas de la bebida alcohólica tipo vino y ver la aceptación del producto en el mercado.