

**PRODUCCIÓN DE VINO ESPUMOSO A PARTIR DE RESIDUOS DE  
ZANAHORIA**

**ANDRES FELIPE APONTE GOMEZ  
NATALIA RUIZ MALPICA**

**Proyecto integral de grado presentado para optar por título de:  
INGENIERO QUÍMICO**

**Director  
ADRIANA SUESCA DÍAZ  
Ingeniera Química**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BOGOTA D.C.**

**2.021**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

---

Bogotá D.C., julio 2021

## **DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. MARIO POSADA GARCÍA-PEÑA

Concejero Institucional

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. ALEXANDRA MEJÍA GUZMÁN

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. RICARDO ALFONSO PEÑARANDA CASTRO

Secretario General

Dr. JOSE LUIS MACIAS RODRIGUEZ

Decano Facultad de Ingenierías

Dr. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director Programa Ingeniería Química

Dra. NUBIA LILIANA BECERRA OSPINA

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de grado, primero a Dios por permitirnos sobrellevar cada uno de los problemas y retos de la vida. A mis padres por el apoyo incondicional; las metas alcanzadas reflejan la dedicación, esfuerzo y amor que invierten en mi para hacer la persona que soy.

A mis hermanos por los consejos y mensajes de aliento en los momentos difíciles, por su compañía y apoyo a lo largo de esta etapa. También a mi familia, en especial a mi abuelita, que con sus palabras y oraciones me aportan la motivación constante para alcanzar mis propósitos.

A mi compañera Natalia Ruiz por su ardua dedicación con este trabajo, por las enseñanzas y experiencias inolvidables al trabajar juntos y por el amor puesto en cada una de las etapas del proceso, admiro la pasión que pones a lo que haces. Finalmente, a mis amigos y personas que estuvieron acompañando esta bonita etapa de mi vida.

Felipe

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome por haber puesto personas que han sido mi soporte y compañía, por iluminar mi mente y darme fuerzas para culminar este proyecto.

A mis padres: Aroldo y Rosa, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir todos mis sueños y hacer de mi lo que soy hoy por hoy. Son el pilar y motor de mi vida, los amo.

A mi hermano Diego, por brindarme todo su apoyo y ser mi modelo a seguir como persona y como profesional. Ha sido un orgullo y privilegio seguir tus pasos.

A mi compañero Felipe, por su dedicación y empeño en la realización de este trabajo, por tenerme paciencia, enseñarme tantas cosas y ofrecerme un amor incondicional. No pude contar con mejor compañero que tú.

Por último, a todas las personas, amigos y familiares, que me acompañaron a lo largo de este proceso, y que de una u otra manera me brindaron su colaboración no solo aportando un grano de arena en la culminación de este proyecto sino en mi vida.

Natalia

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos principalmente a Dios por guiarnos a lo largo de este proceso de formación como ingenieros químicos.

A nuestros padres, gracias por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, por ser los principales promotores de nuestros sueños al confiar y creer en nosotros, y por los valores y principios que nos han inculcado.

A nuestros hermanos les agradecemos por estar siempre presentes acompañándonos, brindándonos su apoyo incondicional y por representar la unión familiar.

Agradecemos a nuestros amigos y a todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito, en especial a aquellas que nos compartieron sus conocimientos.

Finalmente, a la Fundación Universidad de América, a la facultad de ingeniería y a los profesores por habernos brindado una formación integral y de calidad, de manera especial a nuestra directora de trabajo de grado Adriana Suesca Díaz, quien con su conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág
<b>INTRODUCCIÓN</b>	18
<b>OBJETIVOS</b>	19
<b>1. MARCO TEÓRICO</b>	20
<b>1.1 Generalidades de la zanahoria</b>	20
1.1.1 Zanahoria	20
1.1.2 Taxonomía de la zanahoria	21
<b>1.2 Cultivo de la zanahoria</b>	23
1.2.1 Plagas y enfermedades	24
1.2.2 Cosecha y poscosecha	25
<b>1.3 Mercado de la zanahoria</b>	26
1.3.1 Mercado potencial en el mundo	26
1.3.2 Mercado potencial en Colombia	27
<b>1.4 Generalidades del vino espumoso</b>	28
1.4.1 Definición de vino	28
1.4.2 Definición de vino espumoso	28
1.4.3 Características del vino espumoso	28
1.4.4 Alteraciones del vino	29
1.4.5 La salud y el vino	31
<b>1.6 Proceso fermentativo</b>	32
1.6.1 Fermentación	32
1.6.2 Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	34
<b>1.7 Mercado del vino espumoso</b>	36
1.7.1 Mercado potencial en el mundo	36
1.7.2 Mercado potencial en Colombia	37
<b>2. DIAGNOSTICO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA ZANAHORIA</b>	40
<b>2.1 Obtención de la zanahoria</b>	40
<b>2.2 Características fisicoquímicas de la zanahoria</b>	44
<b>2.3 Análisis fisicoquímico de la materia prima</b>	46

2.3.1 <i>Medición pH</i>	46
2.3.2 <i>Medición grados brix</i>	46
2.3.3 <i>Medición acidez titulable</i>	47
2.3.4 <i>Medición densidad</i>	47
2.3.5 <i>Medición viscosidad</i>	47
<b>2.4 Resumen del capítulo .....</b>	<b>48</b>
<b>3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL PARA LA ELABORACIÓN DE VINO</b>	
<b>ESPUMOSO</b>	49
<b>3.1 Metodología para la elaboración</b>	49
<b>3.2 Materiales y equipos</b>	53
3.2.1 <i>Materiales</i>	53
3.2.2 <i>Equipos</i>	53
<b>3.3 Diseño de experimentos</b>	54
3.3.1 <i>Selección y definición de las variables</i>	55
3.3.2 <i>Elección de los factores y niveles que han de intervenir en el experimento</i>	56
3.3.3 <i>Selección de la unidad experimental</i>	56
3.3.4 <i>Procedimiento experimental</i>	56
3.3.5 <i>Resultados</i>	57
3.3.6 <i>Análisis del diseño de experimentos</i>	60
<b>3.4 Resumen del capítulo</b>	67
<b>4. CARACTERIZACIÓN DEL VINO ESPUMOSO</b>	68
<b>4.1 Obtención del vino espumoso</b>	68
<b>4.2 Caracterización fisicoquímica</b>	69
<b>4.3 Caracterización microbiológica</b>	72
<b>4.4 Resumen del capítulo</b>	76
<b>5. DISEÑO ESCALADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE VINO</b>	
<b>ESPUMOSO</b>	77
<b>5.1 Descripción general del proceso</b>	77
<b>5.2 Balance de materia y energía</b>	78
5.2.1 <i>Pelado</i>	78
5.2.2 <i>Extracción</i>	79

5.2.3 Fermentación	80
5.2.4 Clarificado	82
5.2.5 Mezclado	83
5.2.6 Segunda fermentación	84
5.2.7 Degüelle	85
<b>5.3 Equipos</b>	<b>87</b>
5.3.1 Lavadora hidrodinámica	87
5.3.2 Peladora	87
5.3.3 Cortador	88
5.3.4 Extractor	88
5.3.5 Fermentador	89
5.3.6 Clarificador	90
5.3.7 Tanque de mezclado	90
5.3.8 Embotelladora	91
5.3.9 Tapadora	91
5.3.10 Pupitres de cava	92
5.3.11 Congelador de cuellos	92
5.3.12 Degüelle	92
5.3.13 Etiquetadora	92
<b>5.4 Diagramas del proceso</b>	<b>93</b>
<b>5.5 Resumen del capítulo</b>	<b>98</b>
<b>6. ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA OBTENCIÓN DE VINO ESPUMOSO</b>	<b>99</b>
<b>6.1 Determinación de costos e inversiones.....</b>	<b>99</b>
6.1.1 Propiedad, planta y equipo	99
6.1.2 Inversión diferida	100
6.1.3 Capital de trabajo	101
<b>6.2 Flujo de caja</b>	<b>104</b>
6.2.1 Ingresos	104
6.2.2 Depreciación	105
6.2.3 Financiación	105
6.2.4 Flujo de caja	106
<b>6.3 Indicadores de viabilidad financiera</b>	<b>107</b>
6.3.1 Tasa interna de oportunidad (TIO)	107

6.3.2 <i>Valor presente neto (VPN)</i>	108
6.3.3 <i>Tasa interna de retorno (TIR)</i>	108
<b>6.4 Resumen de capítulo</b>	109
<b>7. CONCLUSIONES</b>	110
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	112
<b>GLOSARIO</b>	119
<b>ANEXOS</b>	122

## LISTA DE FIGURAS

	pág
<b>Figura 1.</b> <i>Zanahoria comercial</i>	21
<b>Figura 2.</b> <i>Principales exportadores de zanahorias y nabos</i>	26
<b>Figura 3.</b> <i>Principales importadores de zanahorias y nabos</i>	27
<b>Figura 4.</b> <i>Ruta de Embden- Meyerhof (glucolisis)</i>	33
<b>Figura 5.</b> <i>Mayores productores de vino espumoso</i>	36
<b>Figura 6.</b> <i>Mayores países consumidores de vino espumoso</i>	37
<b>Figura 7.</b> <i>Elección tipo de vino por los colombianos</i>	38
<b>Figura 8.</b> <i>Cultivo de zanahoria variedad Chantenay</i>	41
<b>Figura 9.</b> <i>Materia prima para la producción de vino espumoso</i>	42
<b>Figura 10.</b> <i>Diagrama de bloques del proceso de obtención de la materia prima</i>	43
<b>Figura 11.</b> <i>Diagrama de bloques del proceso de producción de vino espumoso</i>	52
<b>Figura 12.</b> <i>Materiales para la elaboración de vino espumoso</i>	53
<b>Figura 13.</b> <i>Equipos para la elaboración de vino espumoso</i>	54
<b>Figura 14.</b> <i>Evaluación del contenido de sólidos solubles durante la primera fermentación alcohólica.</i>	58
<b>Figura 15.</b> <i>Vino de zanahoria</i>	60
<b>Figura 16.</b> <i>Vino espumoso de zanahoria</i>	75
<b>Figura 17.</b> <i>Balance de materia proceso de pelado</i>	79
<b>Figura 18.</b> <i>Balance de materia proceso de pelado</i>	80
<b>Figura 19.</b> <i>Balance de materia proceso de primera fermentación</i>	81
<b>Figura 20.</b> <i>Balance de materia proceso de clarificado</i>	83
<b>Figura 21.</b> <i>Balance de materia proceso de mezclado</i>	84
<b>Figura 22.</b> <i>Balance de materia proceso de segunda fermentación</i>	85
<b>Figura 23.</b> <i>Balance de materia proceso de degüelle</i>	86
<b>Figura 24.</b> <i>Diagrama de flujo de bloques de la obtención de vino espumoso a partir de residuos de zanahoria</i>	94
<b>Figura 25.</b> <i>Diagrama de flujo de proceso para la obtención de vino espumoso a partir de residuos de zanahoria</i>	96
<b>Figura 26.</b> <i>Análisis microbiológicos presentados por el laboratorio Biopolímeros Industriales SAS</i>	124
<b>Figura 27.</b> <i>Análisis microbiológicos presentados por el laboratorio Biopolímeros Industriales SAS</i>	125

## LISTA DE TABLAS

	pág
<b>Tabla 1.</b> <i>Taxonomía de la zanahoria</i>	22
<b>Tabla 2.</b> <i>Valor nutricional de la zanahoria por cada 100 g de producto</i>	23
<b>Tabla 3.</b> <i>Características del vino espumoso</i>	29
<b>Tabla 4.</b> <i>Clasificación taxonomía de la Saccharomyces cerevisiae</i>	34
<b>Tabla 5.</b> <i>Componentes de la Saccharomyces cerevisiae</i>	35
<b>Tabla 6.</b> <i>Características fisicoquímicas de jugo de zanahoria</i>	45
<b>Tabla 7.</b> <i>Características fisicoquímicas de tres diferentes jugos de zanahoria</i>	45
<b>Tabla 8.</b> <i>Características fisicoquímicas de jugo de zanahoria como materia prima</i>	48
<b>Tabla 9.</b> <i>Evaluación del grado alcohólico en el proceso fermentativo</i>	59
<b>Tabla 10.</b> <i>Estadístico de prueba para medias muestrales de porcentaje de alcohol respecto a una media poblacional</i>	62
<b>Tabla 11.</b> <i>Estadístico de prueba para comparar dos medias muestrales de grados brix</i>	64
<b>Tabla 12.</b> <i>Estadístico de prueba para comparar dos medias muestrales de volumen de alcohol</i>	65
<b>Tabla 13.</b> <i>Resultados de las características fisicoquímicas del vino espumoso</i>	71
<b>Tabla 14.</b> <i>Resultados de la caracterización microbiológica del vino espumoso</i>	73
<b>Tabla 15.</b> <i>Calor requerido para el proceso de pasteurizado</i>	82
<b>Tabla 16.</b> <i>Especificaciones técnicas de la lavadora hidrodinámica industrial</i>	87
<b>Tabla 17.</b> <i>Especificaciones técnicas de la peladora industrial</i>	88
<b>Tabla 18.</b> <i>Especificaciones técnicas de la cortadora industrial</i>	88
<b>Tabla 19.</b> <i>Especificaciones técnicas del extractor industrial</i>	89
<b>Tabla 20.</b> <i>Especificaciones técnicas del fermentador/ pasteurizador</i>	89
<b>Tabla 21.</b> <i>Especificaciones técnicas del clarificador tipo filtro industrial</i>	90
<b>Tabla 22.</b> <i>Especificaciones técnicas del tanque de mezclado industrial</i>	90
<b>Tabla 23.</b> <i>Especificaciones técnicas de la embotelladora industrial</i>	91

<b>Tabla 24.</b> <i>Especificaciones técnicas de la tapadora industrial</i>	91
<b>Tabla 25.</b> <i>Especificaciones técnicas del congelador de cuellos industrial</i>	92
<b>Tabla 26.</b> <i>Especificaciones técnicas de la etiquetadora industrial</i>	93
<b>Tabla 27.</b> <i>Descripción de las corrientes del proceso</i>	95
<b>Tabla 28.</b> <i>Especificaciones y propiedades de las corrientes de la obtención del vino espumoso a partir de residuos de zanahoria</i>	97
<b>Tabla 29.</b> <i>Equipos necesarios para la producción de vino espumoso</i>	100
<b>Tabla 30.</b> <i>Costos de inversión diferida</i>	101
<b>Tabla 31.</b> <i>Costos de materia prima por lote de producción</i>	102
<b>Tabla 32.</b> <i>Incremento anual del S.M.L.V</i>	103
<b>Tabla 33.</b> <i>Costo total de nómina por año</i>	103
<b>Tabla 34.</b> <i>Costos anuales de servicios públicos</i>	104
<b>Tabla 35.</b> <i>Ingresos anuales</i>	105
<b>Tabla 36.</b> <i>Tabla de amortización</i>	106
<b>Tabla 37.</b> <i>Flujo de caja del proyecto</i>	107

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

NTC	Norma técnica colombiana
°Brix	Grados Brix
pH	Potencial de hidrogeno
Kg	Kilogramo
COP	Peso colombiano
Ha	Hectárea
Ton	Tonelada
g	Gramos
mg	Miligramos
U.I	Unidad internacional
Kcal	Kilo calorías
cm	Centímetro
NR	No registrado
°C	Grados centígrados
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
%	Porcentaje
Pa	Pascal
ml	Mililitro
L	Litros
ERC	Enfermedad renal crónica
ECV	Enfermedad cardiovascular
ATP	Adenosín trifosfato
NAD	Nicotinamida adenina dinucleótido
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
KJ	Kilo Joule
UE	Unión europea
µg	Microgramo
No	Numero
cP	centiPoise
min	Minuto

V/V	Volumen - volumen
$\bar{x}$	Promedio muestral
$\sigma$	Desviación estándar
$\mu$	Media poblacional
n	Numero de datos
to	Estadístico de prueba
S	Desviación muestral
$H_0$	Hipótesis nula
$H_a$	Hipótesis alternativa
$\alpha$	Alpha
G.L	Grados de libertad
UFC	Unidad formadora de colonias
m	Índice mínimo de calidad
M	Índice máximo de calidad
T	Temperatura
kW	Kilowatts
Atm	Atmosferas
h	Hora
Und	Unidad
S.M.L.V	Salario mínimo legal vigente
m <sup>3</sup>	Metro cubico
E.A	Efectivo anual
TIO	Tasa interna de oportunidad
VPN	Valor presente neto
TIR	Tasa interna de retorno

## RESUMEN

El objetivo del presente proyecto es obtener una bebida alcohólica tipo vino espumoso a partir de zanahoria residual, considerando la amplia cantidad de material que se obtiene en cada ciclo productivo por no cumplir con estándares de calidad; lo cual ofrece una buena alternativa para evitar pérdidas económicas en los productores de esta hortaliza en el país.

Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica de las propiedades fisicoquímicas que tiene la zanahoria con el fin de identificar si es adecuada para llevar a cabo una fermentación alcohólica. Una vez reconocidas, se realiza el análisis a los residuos de zanahoria variedad Chantenay, provenientes del municipio de Bojacá, comprobando que sus propiedades son similares a la zanahoria comercial. De esta forma se ratifica la conveniencia en el uso de estos residuos como materia prima en la obtención de vino espumoso.

A continuación, se desarrolló el diseño experimental cuyas variables fueron la concentración de jugo en el mosto de 100 y 50% con el propósito de obtener un vino que cumpla con los estándares establecidos por la NTC1588, a pesar de que ambos cumplieron con lo exigido, se considera el tratamiento al 50% de jugo en el mosto al ser la alternativa más económica, consiguiendo un vino con 5,2 grados brix y un grado alcohólico de 9%. Luego de una caracterización fisicoquímica y microbiológica realizada sobre el lote 2, resultó cumplir los parámetros permitidos en las propiedades fisicoquímicas, pero no fue considerado apto para consumo humano al no asegurar el índice permisible de calidad justificada en la falta de asepsia.

Finalmente se realizó el escalado por lotes del proceso teniendo como base de cálculo 350 kg de alimentación de zanahoria al proceso, del cual fue posible mediante el balance de materia obtener 474,55 litros de vino espumoso representados en 632 botellas. Con el fin de determinar la viabilidad económica del proceso, se realizó el análisis financiero con la cuantificación de costos, ingresos y egresos estimados para la obtención del flujo de caja y uso de indicadores, para concluir avalando la viabilidad del proyecto entre otras cosas por un valor excedente en el VPN de \$13.001.431 COP.

**PALABRAS CLAVE:** Vino espumoso, zanahoria, fermentación alcohólica, residuos.

## INTRODUCCIÓN

La zanahoria es una hortaliza de gran producción mundial oriunda de Asia central y el mediterráneo, cuyo consumo viene aumentando año a año por su destacado contenido de betacarotenos y vitaminas A, B y C. Existen diversas variedades que definen sus propiedades como el sabor y la forma, sin embargo, en Colombia las variedades usadas son conocidas como Chantenay, Nantes e Imperator dado a que presentan una adaptación favorable según las condiciones climatológicas del país. En cuanto a la calidad requerida en la hortaliza está regida por la NTC 1226 la cual establece las características óptimas para su comercialización. [1]

Colombia siembra aproximadamente 312.000 hectáreas de zanahoria con una producción promedio de 28,5 Ton/Ha en las que dadas las condiciones meteorológicas, malformaciones genéticas y la presencia de diversas enfermedades tanto en la planta como en el suelo, las producciones generan alrededor del 25 al 30% en desperdicio que equivalen entre 7,1 a 8,6 toneladas por hectárea, las cuales no son comercializadas al no cumplir con aspectos óptimos de calidad en apariencia, color, rugosidad y demás características que exige el mercado nacional. [2][3]

Por esta razón, se evalúa una alternativa de utilidad para los residuos generados en el cultivo de la zanahoria, en la que se aprovecha como materia prima para la obtención de una bebida fermentada tipo vino espumoso. De esta forma, se considera una propuesta novedosa ya que comercialmente no se conocen vinos a partir de esta hortaliza, además, se postula como una alternativa viable de negocio dado al constante crecimiento en el consumo de vino en el país, el cual genera un atractivo adicional a los productores de zanahoria.

En el siguiente documento se presentará el desarrollo experimental de la obtención de vino espumosos a partir de residuos de zanahoria mediante la descripción general de la producción, caracterizando el producto obtenido e identificando su condición apta para consumo humano, además de realizar un escalado para identificar los costos asociados al proceso. Esto a través de técnicas y herramientas aportadas por la ingeniería química.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Obtener una bebida alcohólica (vino espumoso) a base de los residuos generados en la cosecha de la zanahoria.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar las propiedades fisicoquímicas que tiene la zanahoria para la producción del vino espumoso.
2. Evaluar las condiciones que pertenecen al proceso.
3. Identificar las características del producto de manera que sea apto para el consumo.
4. Analizar los costos implicados en la obtención de vino espumoso.

## **1. MARCO TEÓRICO**

En este primer capítulo se presentan descripciones breves acerca de los conceptos importantes a considerar durante la producción del vino. Inicialmente se aborda las generalidades de la zanahoria como la materia prima principal del proceso, se refiere acerca del cultivo y los residuos generados por este como elementos de interés para el desarrollo.

### **1.1 Generalidades de la zanahoria**

#### **1.1.1 Zanahoria**

La zanahoria (*Daucus carota*) es originaria de Asia, África y el Mediterráneo, inicialmente su uso era medicinal, pero a partir del siglo XVI ya se usó como alimento. Se trata de una planta herbácea con tallos estriados, flores blancas agrupadas en forma de sombrilla y raíz jugosa de forma alargada y elipsoide, la cual es la parte comestible conocida como zanahoria.

Aunque hay variedades de color blanco, amarillo y violáceo, la zanahoria más consumida comercialmente es la de color naranja como se representa en la *figura 1*, la cual debe su color a la presencia de beta - carotenos, transformados en vitamina A por el cuerpo humano. Además, presenta en sus tejidos, fosfatos, azúcares, sales alcalinas y un aceite aromático. [4]

## Figura 1.

### *Zanahoria comercial*



**Nota.** En esta figura se muestra la zanahoria comercial y más consumida. Tomado de: Planfor.es, “Zanahoria Chantenay con corazón rojo \_ venta Zanahoria Chantenay con corazón rojo \_.” [En línea]. Disponible: <https://www.planfor.es/compra,zanahoria-chantenay-con-corazon-rojo,G003,ES>. [Acceso: Marzo 05, 2021] [5]

### **1.1.2 Taxonomía de la zanahoria**

La clasificación taxonómica de la zanahoria se ve representada en la *Tabla 1*.

**Tabla 1.**

*Taxonomía de la zanahoria*

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Subreino</b>	Embriofitas
<b>Phylum</b>	Traqueofitas
<b>Clase</b>	Angiosperma
<b>Subclase</b>	Dicotiledónea
<b>Familia</b>	Umbelliferae
<b>Género</b>	Daucus
<b>Especie</b>	Carota

**Nota.** En esta tabla se identifica la taxonomía de la zanahoria. Tomado de: C. Reina and J. Bonilla, “Manejo postcosecha y evaluación de calidad de zanahoria (*Daucus carota* L.) que se comercializa en la ciudad de Neiva,” p. 13, 1997.

Entre las variedades más importantes está la Nantes, Chantenay, Imperator, Dannvers y Oxheart las cuales se diferencian por los ciclos de cultivo, formas, longitudes, color, sabor y textura.

La variedad usada como materia prima en la producción del vino espumoso es la Chantenay, caracterizada por una forma cónica ancha con diámetro entre 5 - 6 cm y una adaptabilidad favorable a elevadas alturas. [1]

### **1.1.3 Composición de la Zanahoria**

Esta raíz se destaca en la dieta humana por el aporte de vitaminas como la provitamina A, algunas del grupo B como folatos y niacina y la vitamina C. Respecto a los minerales, contiene calcio, potasio, calcio, magnesio, sodio y fósforo. Tiene una mayor proporción de su peso en agua que favorece el funcionamiento del sistema inmune, el cuidado de la piel, el crecimiento, entre otras. La composición detallada de la zanahoria se muestra en la *tabla 2*. [6]

**Tabla 2.***Valor nutricional de la zanahoria por cada 100 g de producto*

<b>Parámetro</b>	<b>Ref [7]</b>	<b>Ref [8]</b>
Agua (g)	87,7	86,0
Carbohidratos (g)	10,14	10,70
Grasas (g)	0,2	0,1
Proteínas (g)	NR	0,9
Fibra (g)	3,0	1,2
Calorías (Kcal)	43	36
Cenizas (g)	NR	1,1
Calcio (mg)	27	80
Fósforo (mg)	44	30
Hierro (mg)	NR	1,5
Potasio (mg)	323	NR
Sodio (mg)	35	NR
Magnesio (mg)	14	NR
Vitamina A (U.I)	2000-12000	10500
Tiamina (mg)	NR	0,04
Riboflavina (mg)	NR	0,04
Niacina (mg)	0,92	0,50
Piridoxina (mg)	0,14	NR
Ácido fólico (mg)	14	NR
Ácido ascórbico (mg)	9,3	3,0

**Nota.** Esta tabla muestra el valor nutricional de la zanahoria por cada 100g de producto comestible de dos fuentes bibliográficas. NR: No registrado

## 1.2 Cultivo de la zanahoria

El desarrollo y las condiciones óptimas para el cultivo de la zanahoria cambian dependiendo la variedad que se maneje, sin embargo, según la cámara de comercio de Bogotá en general la temperatura adecuada de producción está entre 15 y 21° C ya que a menor temperatura se desarrollan raíces muy largas y coloraciones muy pálidas. Por el contrario, si la temperatura es muy elevada, se genera pérdida de coloración, se aceleran los procesos de envejecimiento de la raíz y se promueve la producción de raíces cortas. [1]

Tiene preferencia por los suelos arcillo arenosos, ligeros, aireados y frescos, con un contenido de materia orgánica superior al 3,5%, pH que oscile entre 5,8 y 7 y un rango de altura amplio entre 300 y 2900 m.s.n.m. En lo que tiene que ver con los requerimientos hídricos, el cultivo necesita para todo su ciclo productivo precipitaciones entre 500 y 600 mm al año como mínimo. [9]

### **1.2.1 Plagas y enfermedades**

1.2.1.a Mosca de la zanahoria (*Psylla rosae*). Es una larva que penetra el interior de la raíz formando galerías que posteriormente serán origen de pudriciones. [4]

1.2.1.b Pulgones (*Aphis spp*, *Myzus persicae*, *Cavariella aegopodii*). Son parásitos que se alimentan picando la epidermis, por lo que producen fuertes abarquillamientos en las hojas que toman un color amarillento, y también pueden llegar a ser causantes de enfermedades víricas. [9]

1.2.1.c Gusanos alambre (*Agriotes obscurus*, *A. sputator*, *A. lineatus*). Son larvas que atacan las raíces de la zanahoria produciendo galerías que generan podredumbre. [9]

1.2.1.d Nemátodos (*Heterodera carotae*, *Meloidogyne spp.*). Es una planta patógena importante en la zanahoria, los síntomas de su ataque son plantas con follaje muy reducido y hojas de color rojizo. Las raíces se reducen y provoca deformidades. [9]

1.2.1.e Oidio (*Erysiphe umbelliferarum*, *Leveillula taurica*). Es un hongo, donde los síntomas se ven reflejados en la superficie de las hojas con manchas circulares y blanquecinas, las hojas infectadas se tornan amarillentas y eventualmente tiene una textura papelosa. [9]

1.2.1.f Picado (*Pythium violae*, *P. sulcatum*, *P. intermedium*, *P. rostratum*). Se trata de una de las enfermedades más problemáticas, provocan daños sobre la raíz y se evidencian unas manchas de color marrón caro. [9]

1.2.1.g Quemadura de la hoja (*Alternaria dauci*). Los síntomas se presentan en forma de manchas de color amarillo y diseminadas por el borde de las hojas. La planta parece como quemada por el sol. [9]

1.2.1.h Tizón bacteriano (*Xanthomonas campestris*). Esta enfermedad se caracteriza por producir manchas foliares que destruyen gran parte de la hoja. [9]

### **1.2.2 Cosecha y poscosecha**

1.2.2.a Cosecha. La zanahoria se cosecha cuatro meses después de la siembra. La recolección se basa en el arrancado, la limpieza y el empacado, y estas se pueden realizar manualmente o con máquinas, aunque en Colombia en su mayoría de cosechas se realizan manualmente. Primero, se afloja la tierra con una pala, se arranca la planta y se deshojan a mano, seguido las zanahorias se lavan en el interior de unos cilindros rotativos, donde se clasifican y finalmente se empacan en lonas de fibra para ser comercializadas. Según la investigación de Stuart en la que se analiza el desperdicio de alimentos debido a los estándares de calidad, se determina que aproximadamente hay un 25 a 30% de desechos de zanahoria ocasionados por defectos físicos o estéticos. [4] [3]

1.2.2.b Poscosecha. Con el fin de mantener la integridad física, calidad nutritiva y características principales de la zanahoria por tiempos prolongados hasta la etapa de su comercialización, se realiza un manejo efectivo de la poscosecha. Esta incluye la realización de prácticas de acondicionamiento como secado, limpieza, almacenamiento, control de plagas, entre otras, que deben ser efectuadas desde el momento de la recolección en campo hasta su destino final.

Según Morales el almacenamiento de la zanahoria se debe hacer a temperaturas cercanas a 0 °C, con humedad relativa de aproximadamente 90% y evitando que se acumule etileno en el lugar de acopio, ya que produciría un sabor amargo en el producto. Cuando el almacenamiento es corto (hasta una semana), se debe mantener condiciones de 8 a 10 °C y 80% de humedad. Por ello, cuando las zanahorias son transportadas cortas o medianas distancias, se deben cubrir con materiales húmedos para evitar la desecación de las raíces. [10]

1.2.2.c Calidad. Se cuenta con la Norma Técnica Colombiana 1226 Frutas y Hortalizas Frescas. Zanahoria, para establecer los requisitos de calidad de las zanahorias cosechadas para el mercado nacional y de exportación. Allí, se clasifican en tres categorías: Categoría extra, estas zanahorias deben ser de calidad superior, deben estar lavadas, enteras, de apariencia fresca, de forma regular, libres de fisuras y magulladuras, y no se permite la parte superior verde o violeta. Categoría I, se exige las condiciones de calidad mencionadas en la anterior categoría, sin embargo, se aceptan defectos leves como en la forma, en el color y unas heridas leves causadas

durante la manipulación, esto siempre y cuando no afecten la apariencia general del producto y su calidad. Categoría II, aquí se encuentran las zanahorias que no son aptas para la inclusión en las categorías superiores, pero se aceptan si conservan las características esenciales en cuanto a calidad, son aprobadas las zanahorias con defectos en la forma, el color, y que tiene heridas que no llegan al cogollo. [11]

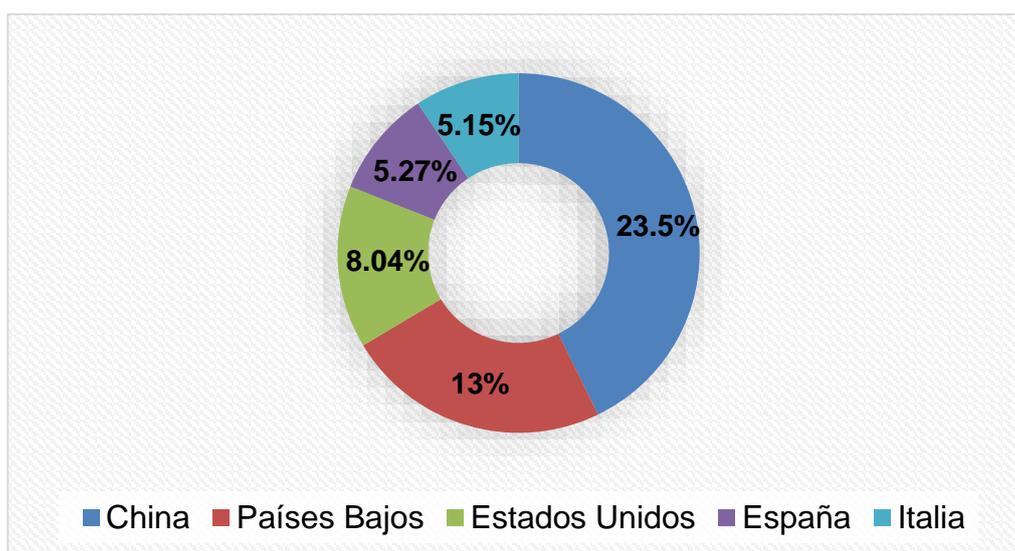
### 1.3 Mercado de la zanahoria

#### 1.3.1 Mercado potencial en el mundo

La zanahoria es uno de los productos agrícolas más populares en el mundo y es uno de los productos básicos de exportación agrícola para muchos países del mundo. Su mercado es representado a nivel mundial como zanahorias y nabos al ser hortalizas, las cuales fueron el producto número 1628 más comercializado del mundo, con un comercio total de 1,42 mil millones de dólares en el año 2019. Los principales exportadores de zanahorias y nabos según el OEC están representados en la *figura 2*. [12]

**Figura 2.**

*Principales exportadores de zanahorias y nabos*

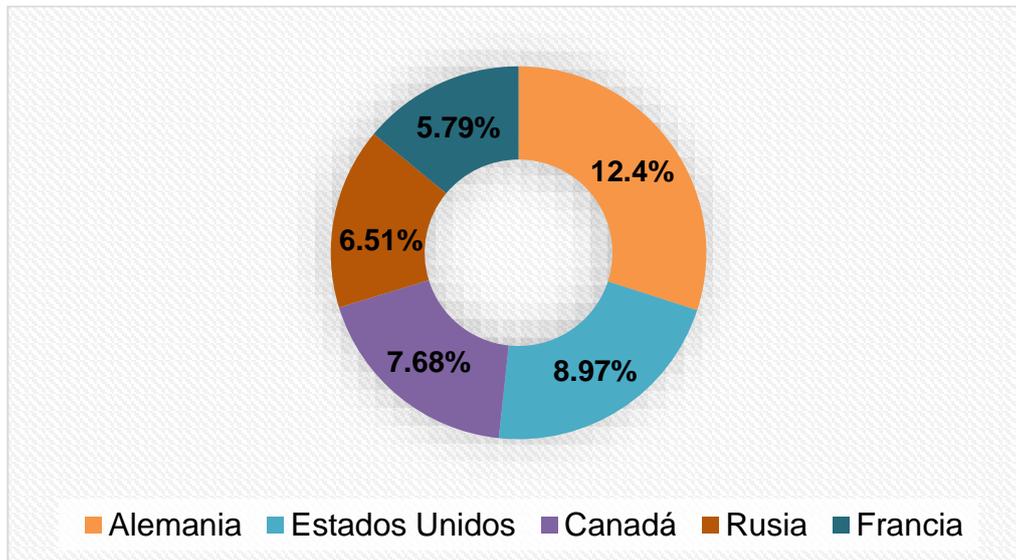


**Nota.** Esta figura representa por medio de un gráfico tipo anillo la participación de los principales países exportadores de zanahorias y nabos.

En cuanto a los principales importadores de zanahorias y nabos en el 2019 según el OEC, se encuentran representados en la *figura 3*. Así mismo de acuerdo al OEC, en el 2018 el arancel promedio fue del 29,9%, convirtiendo este producto en el arancel número 121 más bajo. [12]

**Figura 3.**

*Principales importadores de zanahorias y nabos*



**Nota.** Esta figura muestra a través de un gráfico tipo anillo la participación de los principales países importadores de zanahorias y nabos.

### **1.3.2 Mercado potencial en Colombia**

La zanahoria alcanzó una producción récord en 2017, llegando aproximadamente a 312.077 hectáreas en todo el país. Boyacá, Cundinamarca, Antioquia y Nariño son los departamentos en donde se concentra más del 93% de la cantidad total de cultivos en Colombia. Así, Boyacá registro 85.507 ton, Cundinamarca tuvo 82.832 ton, Antioquia y Nariño acumularon 80.264 y 51.552 ton respectivamente. [2]

Las exportaciones en el 2019 alcanzaron 9 ton de zanahorias y nabos, en donde el principal mercado es Curazao. De otro lado, las importaciones en Colombia de zanahorias y nabos en 2019 son cerca de 55 ton, este volumen importado es proveniente de los Estados Unidos. [13]

## **1.4 Generalidades del vino espumoso**

### **1.4.1 Definición de vino**

Producto obtenido por la fermentación alcohólica normal de mostos de frutas frescas y sanas o del mosto concentrado de las mismas, que ha sido sometido a las mismas prácticas de elaboración que los vinos de uva. [14]

Los vinos de frutas son bebidas alcohólicas fermentadas hechas de frutas distintas de la uva; también pueden tener sabores adicionales tomados de otras frutas, flores y hierbas. Los vinos de frutas pueden ser tranquilos o espumosos. [15]

### **1.4.2 Definición de vino espumoso**

El código internacional de prácticas de enología precisa el vino espumoso como un vino especial ya que proviene de uva fresca y ha experimentado tratamientos durante o después de su elaboración y cuyas características provienen de la técnica empleada en su elaboración. [14]

En cuanto a la definición de vino espumosos el código internacional de prácticas enológicas nos presenta el siguiente “Vinos especiales producidos a partir de uvas o de mostos, caracterizados en el descorche, por la producción de una espuma más o menos persistente resultante del desprendimiento de dióxido de carbono de origen exclusivamente endógeno. La sobrepresión de este gas en la botella ha de ser de al menos 3.5 bares a 20° C. No obstante, para botellas de una capacidad inferior a 0,25 L, la sobrepresión mínima se reduce a 3 bares a 20° C.” [16]

Por otro lado, según la Norma técnica colombiana 1588 establece como vino de frutas espumoso o espumante natural a todo aquel vino que se expende en botellas a una presión no inferior a  $4,053 \times 10^5$  Pa (4 atmósferas) a 20 °C y cuyo anhídrido carbónico proviene exclusivamente de una segunda fermentación alcohólica en recipiente cerrado. Esta fermentación se puede obtener por la adición de sacarosa o mosto concentrado acondicionado y levaduras seleccionadas. [17]

### **1.4.3 Características del vino espumoso**

De acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 1588 las características fisicoquímicas que deben contener los vinos espumosos son las representadas en la *tabla 3*, así

como debe tenerse en cuenta la degustación, que consiste en analizar, describir, saber apreciarlo y disfrutar de sus cualidades y de las sensaciones que produce. La degustación requiere una serie de facultades sensoriales como la vista, el olfato y el gusto. [18]

**Tabla 3.**

Características del vino espumoso

<b>Requisitos</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Contenido de alcohol en grados alcoholímetricos a 20° C	6	-
Presión a 20°C, expresada en Pa	4,053x10 <sup>5</sup>	-
Acidez volátil, expresada como ácido acético, en g/L	-	1,2
Acidez total, expresada como ácido tartárico, en g/L	3,74	10
Fase visual	Con tonos pálidos o dorados y brillantes. Burbuja fina y persistente	
Fase olfativa	Aromas limpios y frutales de intensidad media	
Fase gustativa	Amplio y equilibrados	

**Nota.** En esta tabla se especifican las características que debe tener un vino espumoso. Tomado de: ICONTEC, “NTC 1588 Bebidas alcohólicas: vinos espumosos,” Norma Técnica Colombiana. V. Blancos, V. Rosados, V. T. Tradicionales, and V. Tintos, “Pliego de Condiciones de los Vinos de Denominación de Origen Protegida Ribera del Júcar.” , [En línea]. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/images/es/VALDEPE%C3%91AS\\_tcm30-211487.pdf](https://www.mapa.gob.es/images/es/VALDEPE%C3%91AS_tcm30-211487.pdf) [Acceso: feb.10, 2021].

#### **1.4.4 Alteraciones del vino**

Los vinos pueden presentar ciertas alteraciones ya sea por la fruta, el proceso de fermentación o el embotellado y se pueden llegar apreciar notoriamente a través de su aspecto físico y el olfato, en aso del gusto puede ser riesgoso, ya que tomar un vino en mal estado puede ser perjudicial para el organismo.

Así como por los microorganismos presentes en un vino, hay otros factores que predisponen al vino a las alteraciones microbiológicas. Tienen mayor predisposición a enfermarse los vinos de baja graduación alcohólica, los deficientes en acidez total (elevado pH), los ricos en sustancias nitrogenadas y con azúcar residual. [19]

Algunas de las enfermedades y alteraciones que nos presenta Silvestre son las siguientes:

1.4.4.a El picado acético. Es causado por bacterias acéticas que afectan directamente al alcohol etílico, donde este último al entrar en contacto con oxígeno es transformado en ácido acético. Esta alteración se produce tanto a lo largo de la conservación de vino como después de la fermentación si el contacto de la superficie del vino con el aire se da dentro de cierto tiempo. [19]

La temperatura elevada, la graduación alcohólica baja, la presencia de azúcar residual, la abundancia de sustancias nitrogenadas y la baja acidez son factores que favorecen esta alteración cambiando sus características organolépticas. Físicamente el vino se enturbia y se forma sobre la superficie un velo blanquecino, también puede llegar a tener un aspecto liso o rugoso e incluso viscoso, el vino picado presenta un olor similar al vinagre y por último el gusto es ácido y avinagrado. [19]

1.4.4.b Enfermedad la flor. Al igual que el picado acético esta alteración se da en contacto con el aire, sin embargo, esta enfermedad no afecta tanto la calidad del vino en comparación con la picadura acética, su importancia se debe al disminuir su tenor de alcohol y la acidez. La flor se desarrolla especialmente en el embotellado y su comercialización. [19]

Alguno de los factores que influyen en la aparición de esta enfermedad es la baja graduación alcohólica, las temperaturas y la concentración de sustancias nitrogenadas elevadas. Se detecta esta alteración en la formación de un velo blanco sobre la superficie del vino que llega a espesarse haciendo turbio el vino, su olor no es muy característico, sin embargo, al avanzar la enfermedad puede llegar a ser un olor a acetaldehído, y al probar es insípido como si estuviese aguado debido a la falta de alcohol y acidez. [19]

1.4.4.c La fermentación manítica. Se desarrolla en la fermentación del mosto y se detecta fácilmente antes de ser embotellado, allí la levulosa se transforma en manitol y ácidos como láctico, acético, entre otros.

Las temperaturas por encima de 38°C favorecen esta alteración, así como la baja acidez en el mosto y la cantidad de azúcar presente en el mosto antes de ser fermentado. Los vinos afectados son fácilmente reconocibles dado que son difíciles de clarificar y se enturbian después de filtrados, el olor es desagradable y se percibe como vinagre, al igual que el sabor, es agrídulce llegando a ser repugnante. [19]

1.4.4.d La vuelta. Es la segunda enfermedad más importante luego del picado acético, llevando al vino a no ser apto para el consumo. Esta enfermedad se desarrolla en la fermentación parcial o total del ácido tartárico y sus sales en ácido láctico, ácido acético y anhídrido carbónico. [19]

Esta alteración se debe a que la materia prima tuvo patógenos como Peronospora, Oidium y Botrytis, la abundancia de sustancia nitrogenada y la deficiente acidez. El aspecto del vino es pálido y pierde transparencia, al principio no se destaca olor y sabor alguno, pero luego de avanzada la enfermedad se vuelve desagradable. [19]

#### **1.4.5 La salud y el vino**

Jespersen realizó un estudio donde examinaron la asociación entre el consumo de vino y la prevalencia de enfermedad renal crónica (ERC) y enfermedad cardiovascular (ECV) por medio de un análisis a la encuesta nacional de examen de salud y nutrición (NHANES) entre el 2003 a 2006 en participantes estadounidenses mayores de 21 años. Para un total de 5825 participantes, el 57,5% informó que no tomaban vino (0 vasos por día), mientras que el 42% de los participantes informaron una ingesta de vino ligera (<1 vaso por día), y tan solo el 0,5% informaron un consumo moderado de vino (>1 caso por día). De este estudio se resalta que los bebedores de vino ligero eran significativamente más jóvenes y registraban menos prevalencia de diabetes, hipertensión y ECV. Los datos finalmente sugieren que el consumo de vino ligero en comparación con los que no toman se asocia a una menor prevalencia de ERC y una menor probabilidad de enfermedad cardiovascular en personas con ERC en Estados Unidos. [20]

Por otro lado, Aage Tverdal, estudio la asociación entre el consumo de café y bebidas alcohólicas y la mortalidad por enfermedad hepática alcohólica en 219.279 personas de 30 a 67 años con exámenes de detección cardiovascular en Noruega de 1994 a 2003,

en donde se destacó que el consumo de café y vino estaban inversamente asociados con la muerte por enfermedad hepática alcohólica. [21]

## **1.6 Proceso fermentativo**

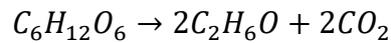
### **1.6.1 Fermentación**

La fermentación es una reacción de oxidación-reducción interna equilibrada en la que algunos átomos de la fuente de energía se reducen mientras otros se oxidan, y la energía se produce por fosforilación a nivel de sustrato. La glucólisis es una ruta bioquímica usada para la fermentación de glucosa, esta ruta se puede dividir en tres etapas, en donde cada una de ella comprende una serie de reacciones individuales catalizadas enzimáticamente. [22]

En la etapa I, la glucosa es fosforilada por el ATP produciendo glucosa-6-fosfato, donde seguido es convertida a una forma isomérica, es decir en fructosa-6-fosfato, que mediante una segunda fosforilación se transforma en fructosa-1,6-difosfato, el cual es el producto intermedio clave de la glucólisis. La enzima aldolasa cataliza la división de la fructosa-1,6-difosfato en dos moléculas de tres átomos de carbono, el gliceraldehído-3-fosfato y su isómero la dihidroxiacetona. En esta primera etapa no hay reacciones de óxido-reducción y todas las reacciones, incluyendo las del consumo de ATP han procedido sin transferencia de electrones.[22]

En la etapa II, la primera reacción oxido-reducción de la glucólisis se hace presente durante la conversión de gliceraldehído-3-fosfato a ácido-1,3-difosfoglicérico, donde se lleva a cabo dos veces, una por cada molécula de ácido-1,3-difosfoglicérico, en esa reacción la enzima gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa cuyo coenzima es NAD<sup>+</sup> acepta dos átomos de hidrógeno y se convierte en NADH. Simultáneamente, cada molécula de gliceraldehído-3-fosfato es fosforilada por adición de una molécula de fosfato inorgánico que se ha convertido en orgánico, siendo las bases para el siguiente paso en el cual el ATP es formado realmente. Esta formación es posible dado a que los fosfatos de la molécula de ácido 1,3-difosfoglicérico representa un enlace de alta energía. La síntesis del ATP tiene lugar cuando cada molécula de ácido 1,3- difosfoglicérico, se convierte en ácido 3-fosfoglicérico, y posteriormente, en la vía, cuando cada molécula de fosfoenolpiruvato se convierte en piruvato. [22]

Finalmente, en la etapa 3, se encuentra la producción de productos de la fermentación a través de reacciones que suponen la reducción del piruvato, que, en el caso de las levaduras, el piruvato se reduce a etanol y se libera CO<sub>2</sub>, como se puede apreciar en la siguiente estequiometría. [22]

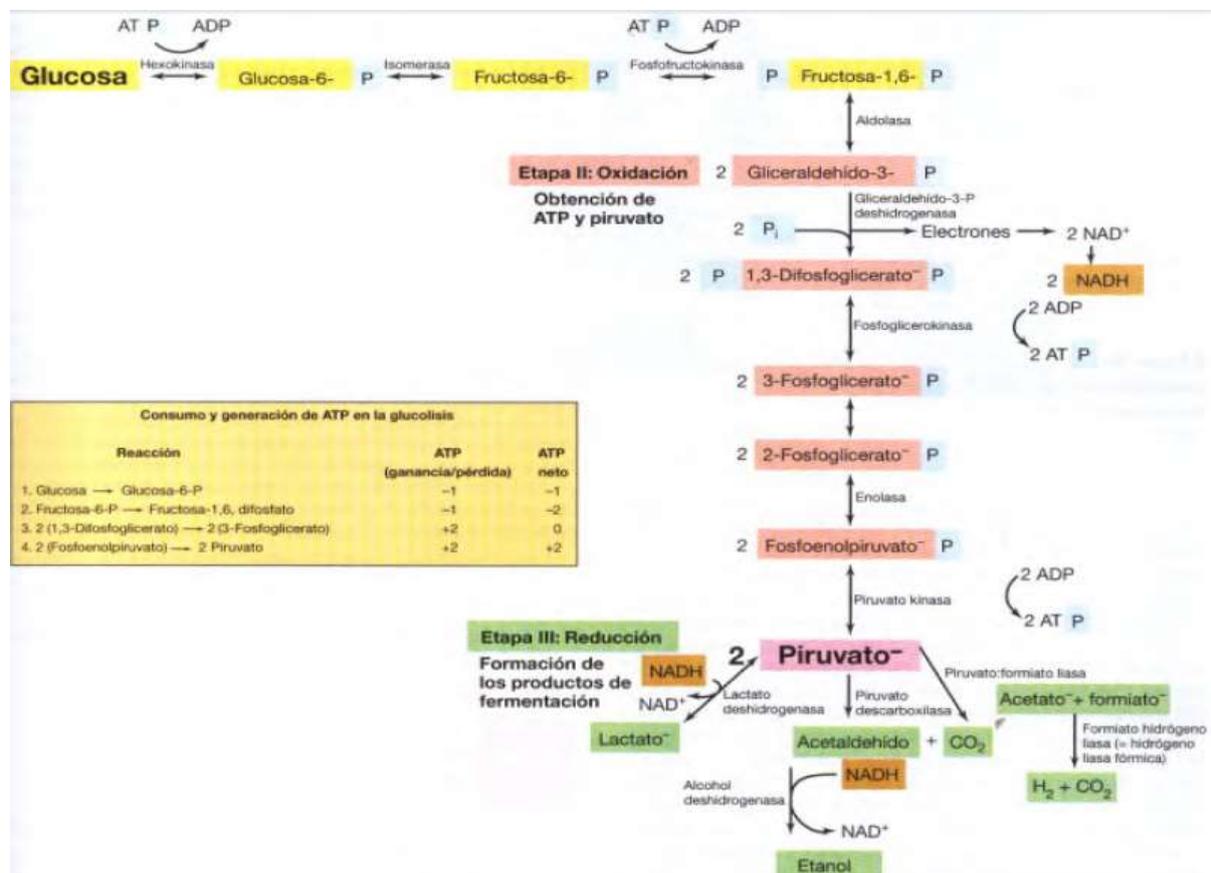


Glucosa --> 2 Etanol + 2 dióxido de carbono

La energía liberada en la reducción de glucosa a etanol es -238,8 kJ/mol, asumiendo un valor de -31,8 kJ/mol para el enlace fosfato de alta energía del ATP, se conservan en ATP -63,6 kJ/mol, lo que representa una eficiencia del 27%. La descripción del proceso mencionado se muestra en la *figura 4*. [22]

**Figura 4.**

*Ruta de Embden- Meyerhof (glucolisis)*



**Nota.** La figura representa la ruta de Embden- Meyerhof (glucolisis) como ejemplo de fermentación. Tomado de: J. M. Martinko, M. T. Madigan, and J. Parker, "Brock, biología de los microorganismos." p. 121, 2004.

### 1.6.2 Levadura *Saccharomyces cerevisiae*

Levadura es un nombre genérico que agrupa a una variedad de hongos, incluyendo especies patógenas para plantas y animales [23]. La levadura fue el primer microorganismo utilizado como fuente de proteína unicelular [24], tanto así que se dice que las levaduras constituyen el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad [23].

Dentro del género *Saccharomyces*, la especie *cerevisiae* constituye la levadura y el microorganismo eucariote más estudiado [23]. Así mismo la *Saccharomyces cerevisiae* es la especie más utilizada por excelencia para la obtención de etanol a nivel industrial debido a que es un microorganismo de fácil manipulación y recuperación, no es exigente en cuanto a su cultivo, no presenta alto costo, tolera altas concentraciones de etanol, en la fermentación produce bajas concentraciones de subproductos, es osmotolerante, capaz de utilizar altas concentraciones de azúcares, presenta alta viabilidad celular para el reciclaje y características de floculación y sedimentación para el procesamiento posterior [25]. La clasificación taxonómica se describe a continuación en la *tabla 4*.

**Tabla 4.**

*Clasificación taxonomía de la Saccharomyces cerevisiae*

<b>Reino</b>	Hongo
<b>División</b>	<i>Amastogomycota</i>
<b>Clase</b>	<i>Ascomycetes</i>
<b>Subclase</b>	<i>Hemiascomycetidae</i>
<b>Orden</b>	<i>Endomycetales</i>
<b>Familia</b>	<i>Saccharomycetaceae</i>
<b>Subfamilia</b>	<i>Saccharomycetidae</i>
<b>Género</b>	<i>Saccharomyces</i>
<b>Especie</b>	<i>Cerevisiae</i>

**Nota.** En esta tabla se muestra la clasificación taxonómica de la levadura a utilizar para la fermentación. Tomado de: E. E. Fajardo Castillo and S. C. Sarmiento Forero, "Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*," *Univ. Pontif. Javeriana*, no. Tesis doctoral, pp. 24–25, 2007.

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. Por encima de 33-35°C el riesgo de parada de 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 sustratos muy adecuados para las bacterias. [26]

Los principales componentes promedio que integran la levadura *Saccharomyces cerevisiae* según Suarez se muestran en la *tabla 5*. [27]

**Tabla 5.**

*Componentes de la Saccharomyces cerevisiae*

<b>Componentes</b>	<b>Valor (%)</b>
Polisacáridos	34,1
Trehalosa	5
Ácidos nucleicos y nucleótidos	10,8
Fosfolípidos	4,5
Triglicéridos	2,5
Esteroles	1
Ceniza	3,1
Proteína	39

**Nota.** En esta tabla se muestran los principales componentes promedio que integran la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Tomado de: C. Suárez-Machín, N. A. Garrido-Carralero, and C. A. Guevara-Rodríguez, “Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol,” *Rev. Invest. (Guadalajara)*., vol. 50, no. 1, pp. 20–28, 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf> [Acceso: feb.10,2021].

## 1.7 Mercado del vino espumoso

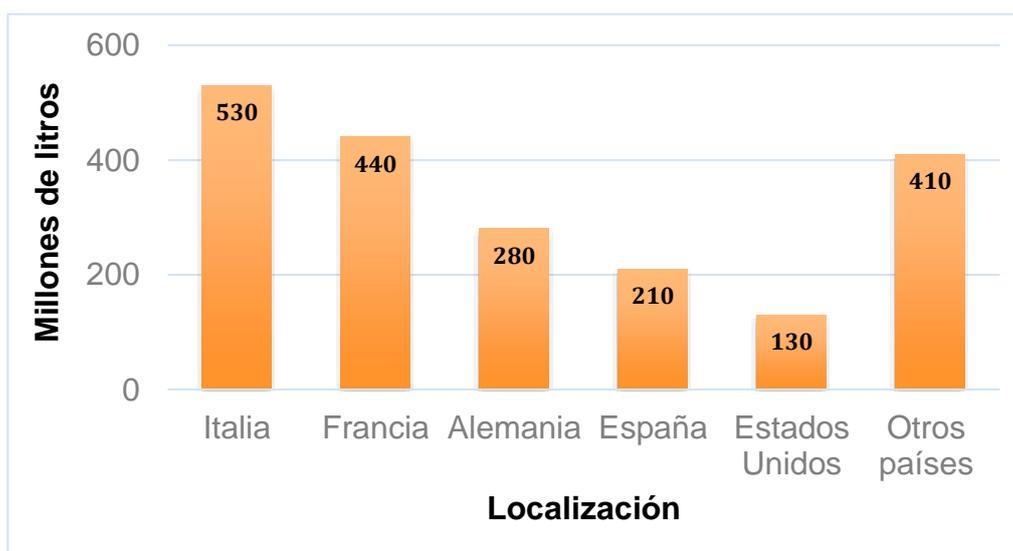
### 1.7.1 Mercado potencial en el mundo

La Organización Internacional de la Viña y el Vino, OIV, ha presentado un estudio que examina las cifras de 82 países en el periodo 2002-2018, acerca de la producción y el consumo de vinos espumosos, y la evolución que ha tenido este en el mercado mundial. En los últimos veinte años, el mercado de los vinos espumosos se ha expandido a un ritmo acelerado en respuesta a la alta demanda mundial. En 2018, la producción mundial de vino espumoso alcanzó por primera vez los 2000 millones de litros. [28]

Los mayores países productores de vino espumoso se encuentran dentro de la Unión Europea, siendo Italia el país productor más grande del mundo desde 2016, el único país productor de vino espumoso fuera de la UE es Estados Unidos, con aproximadamente una tasa de crecimiento anual del 4%. La respectiva producción para los mayores productores se refleja en la *figura 5*. [28]

**Figura 5.**

*Mayores productores de vino espumoso*



**Nota.** En la figura se presenta la cantidad total de producción de vino espumoso que alcanzó el mundo en el 2018, dando un enfoque en los principales países productores.

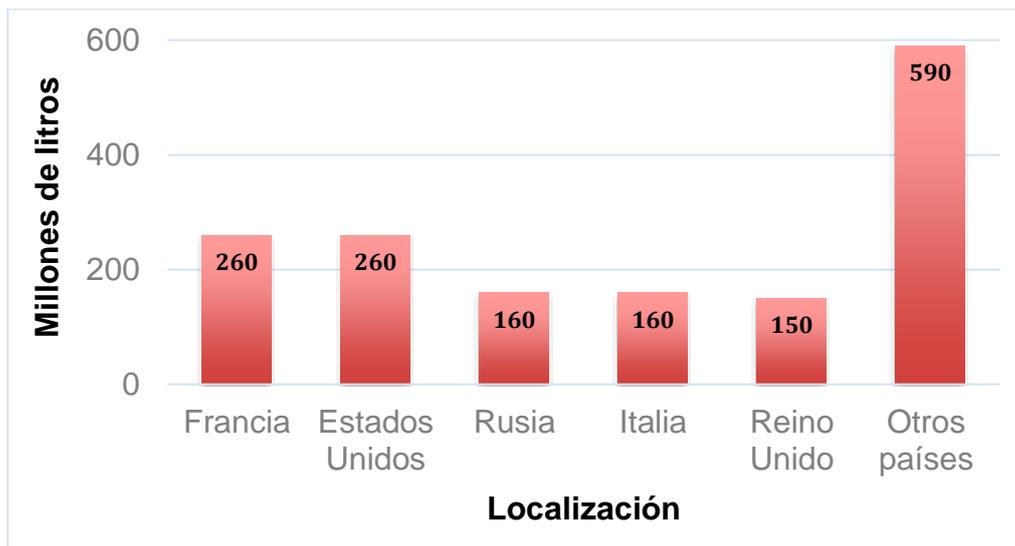
El consumo de vino espumoso ha aumentado significativamente según la OVI desde

comienzos de este siglo, y expresa que el consumo de vino espumoso en el 2018 representaba el 8% del consumo total de vino, mientras que en el 2002 solo era del 5%. Así mismo relata que el éxito que han adquirido los vinos espumosos es dado a que hay una oferta más diversificada caracterizada por una gama de precios más amplia que en el pasado y el consumo tiende a ser más regular como aperitivo o en cócteles. [28]

El 62% del consumo mundial de vinos espumosos en el 2018 está representado por Alemania, Francia, Estados Unidos, Rusia e Italia. Alemania en términos de consumo es el primer país y por último se encuentra Italia. Cabe resaltar la expansión rápida del mercado del vino espumoso en Reino Unido y por lo tanto su consumo, el cual se evidencia en la *figura 6* junto con los demás países pioneros en consumo de vino espumoso. [28]

**Figura 6.**

*Mayores países consumidores de vino espumoso*



**Nota.** En la figura se refleja por medio de un gráfico de barras la cantidad en millones de litros de vino espumoso que se consumen en el mundo enfocándose en los principales países.

### **1.7.2 Mercado potencial en Colombia**

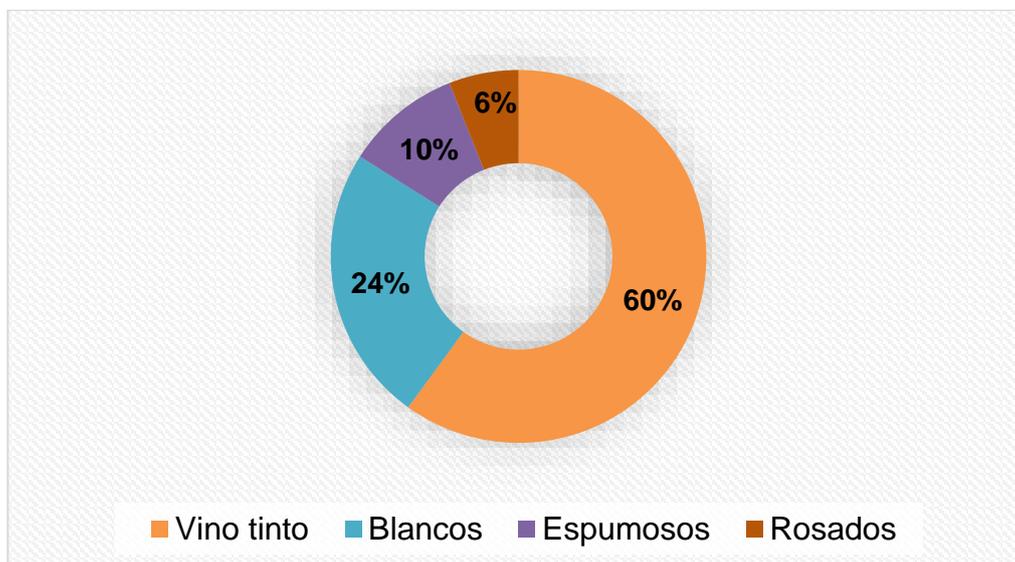
No existía una cultura de consumo de vino en Colombia, pero a lo largo de los años han cambiado los índices de consumo, si en el 2006 el consumo per cápita de vino

era alrededor de 0,3 litros, en el 2019 un colombiano bebió en promedio 0,89 litros de vino al año [29]. Actualmente no se limita a las clases de mayores ingresos de la sociedad o a los hoteles y restaurantes de mayor categoría. El vino cada vez es más popular, apreciado y consumido por todos. [30]

En el 2020 los compradores de vinos han gastado en promedio \$133.598, un crecimiento del 10% frente al 2019. En el grupo Éxito la categoría de vinos ocupa la segunda posición en el ranking de ventas con una participación del 14,1% luego de la cerveza (48,8%), y superando al whisky (13,2%) y al aguardiente (8,6%). En la *figura 7* se refleja como los compradores optaron en su mayoría por los vinos tintos, sin embargo, se espera que los vinos espumosos a futuro sean un gran competidor en el mercado. [29]

**Figura 7.**

*Elección tipo de vino por los colombianos*



**Nota.** Esta figura muestra el tipo de vino que eligen los compradores colombianos en el año 2020 según el Grupo Éxito.

De los vinos anteriores, los chilenos y argentinos representan el 60% de las ventas en 2020, seguidos de los españoles con el 14%, los argentinos con el 12%, franceses e italianos cada uno con un 5%. [31]

Aunque la producción de vinos a nivel local en Colombia ha ido mejorando, no se puede hablar de una exportación de vinos, ya que estos productos pueden que no cumplan con los requisitos para ser exportados o simplemente su capacidad de producción no alcanzaría a cubrir las demandas de otros países, lo que ralentiza el desarrollo de la agroindustria, sin embargo, en el mercado de bebidas alcohólicas se espera una dura competencia para los próximos años, con fuertes estrategias de precios y marcas, especialmente de las Premium que buscarán atraer a los consumidores. [32][30]

## **2. DIAGNOSTICO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA ZANAHORIA**

Este capítulo presenta la caracterización fisicoquímica de la zanahoria como materia prima, se habla sobre el proceso de obtención del material usado para este proyecto, las características básicas, la medición y el análisis de las propiedades más influyentes para la producción de vino espumoso.

### **2.1 Obtención de la zanahoria**

El cultivo de zanahoria una vez alcanza su punto óptimo de cosecha, determinada por la edad, maduración y la resistencia de la hortaliza para posteriores etapas de transporte y distribución, se procede con el proceso de cosecha. En Colombia, este proceso es tradicional y realizado de manera artesanal dado el limitado avance tecnológico del sector que, aunque existe maquinaria especializada, las diversas topografías donde se produce el cultivo, los bajos volúmenes de producción y las dificultades económicas y cambiarias, no permite la adquisición y uso de esta.

De esta forma, el proceso de recolección inicia con la extracción de la raíz por medio de herramientas manuales, dejándola a disposición para una primera clasificación, lugar donde solo se extraen aquellas zanahorias que por algún tipo de plaga u hongo están en estado de descomposición. Posteriormente son transportadas a una zona de lavado en la cual, gracias a un lavado con agua, se retira la tierra presente en la corteza de la raíz. Finalmente se clasifican en las categorías comercializables, se empacan en lonas de fique nuevas y se transportan a las centrales mayoristas o al destino del consumidor.

Los residuos del cultivo, caracterizados por tener defectos en la forma (malformaciones), defectos en el color y presencia de heridas cicatrizadas no cumplen con las características deseadas en el mercado y exigidas por la NTC 1226. Estos se empacan en lonas de segunda mano o se disponen en cualquier recipiente que cumpla la función de almacenamiento y protección mientras se suministra a los animales como alimento diario. Al ser estos la materia prima para la producción del vino espumoso se hizo necesario el contacto con un agricultor de la sabana de occidente, como medio para la obtención de la cantidad requerida de este producto.

La materia prima usada se trata de un bulto o su equivalente en peso de 50 kg, de residuos de zanahoria variedad Chantenay, provenientes de la finca “La palma” en la vereda el Chircal del municipio de Bojacá. Este cultivo está ubicado a una altura de 2100 m.s.n.m, lugar donde según el agricultor se presentan condiciones óptimas en cuanto a temperatura y lluvias para una producción de calidad para este cultivo. En la *figura 8* se presenta el lugar en donde se extrajo la materia prima.

**Figura 8.**

*Cultivo de zanahoria variedad Chantenay*



**Nota.** La figura representa el cultivo de zanahoria variedad Chantenay ubicado en la finca “La palma” en la vereda el Chircal del municipio de Bojacá, Cundinamarca.

Como se muestra en la *figura 9*, estos residuos no presentan una forma definida ya que sufrieron malformaciones durante su ciclo productivo, sin embargo, a excepción del material en descomposición, es el material idóneo para la producción del vino espumoso.

**Figura 9.**

*Materia prima para la producción de vino espumoso*

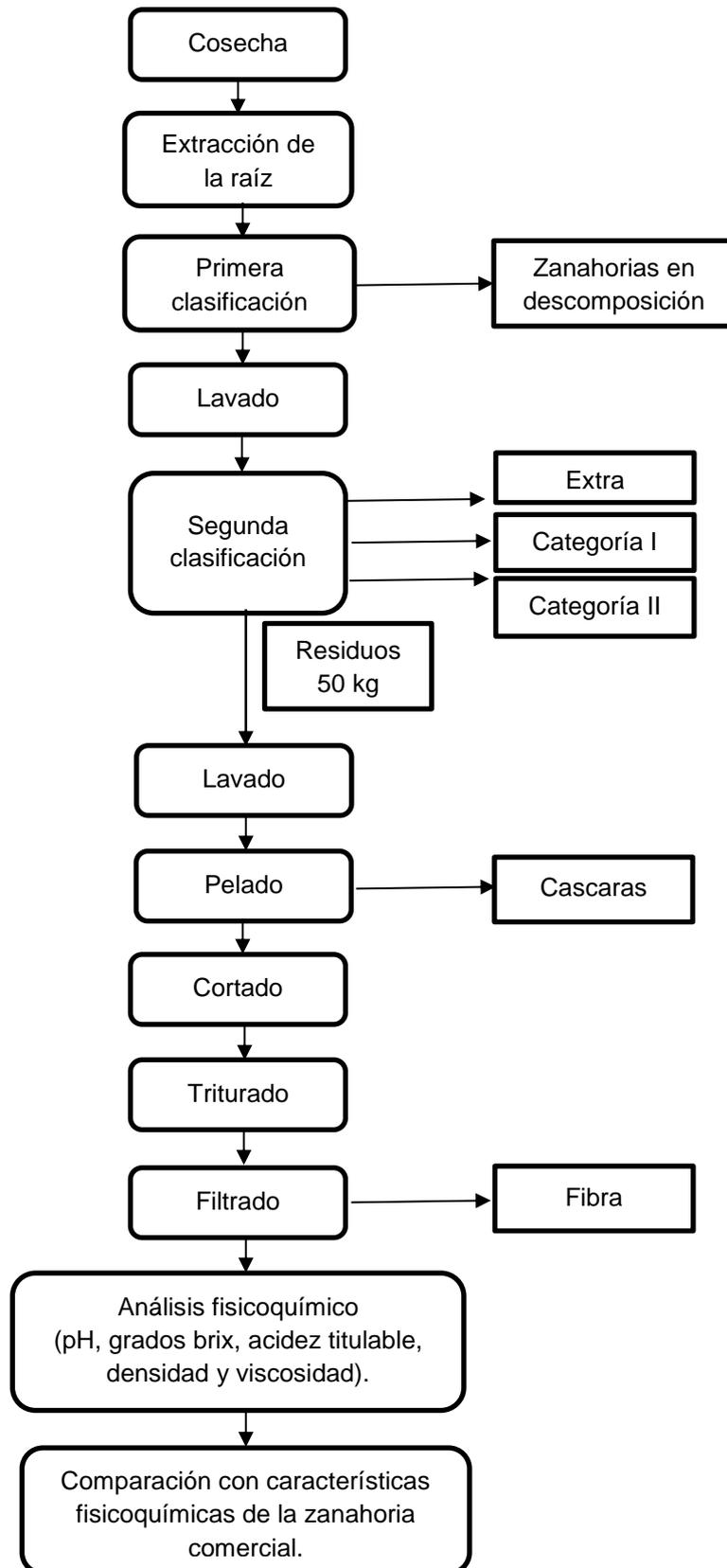


**Nota.** La figura muestra el bulto de equivalencia de 50 kg recolectado y las zanahorias que se clasifican como residuos que serán usadas como materia prima para la elaboración del vino espumoso.

La representación del proceso realizado para la obtención de la zanahoria residual y las etapas de preparación para la posterior caracterización fisicoquímica son mostradas mediante la *figura 10*.

**Figura 10.**

*Diagrama de bloques del proceso de obtención de la materia prima*



**Nota.** La figura presenta el diagrama de bloques del proceso de obtención de la materia prima, así como el proceso para el análisis fisicoquímico.

## 2.2 Características fisicoquímicas de la zanahoria

En la zanahoria están presentes tanto azúcares reductores como no reductores, estos son muy importantes para mantener el equilibrio ácido-azúcar y darles su sabor característico. Este contenido de azúcar aumenta con gran velocidad después de los tres meses de siembra, allí los azúcares reductores, la fructosa y la glucosa, se mantienen constantes después de estos tres meses, mientras que la proporción de azúcares no reductores a reductores aumenta de forma exponencial, como lo es la sacarosa. [4]

Los ácidos orgánicos presentes en la zanahoria sufren cambios durante su maduración, los principales son el málico, cítrico y ascórbico, siendo este último el predominante en la hortaliza, sin embargo, según diversos autores consultados la acidez titulable se expresa en los gramos presentes de ácido cítrico en 100 gramos de producto consumible, valor que según el artículo de Jang corresponde a 0,04%. [33]

El pH en la zanahoria es bajo, según los autores Rodrigo y Jang este parámetro se encuentra entre 3,84 a 6,64 los cuales son adecuados para llevar a cabo la fermentación, de lo contrario pueden llegar a ser modificados fácilmente. Lo mismo sucede para los grados brix ya que pueden ser corregidos para realizar la fermentación, pues según los mismos autores este valor en las zanahorias oscila entre los 8,4 y 12,1 grados brix, valor que se ve afectado por factores como la duración, lugar, intensidad y calidad de la luz en la siembra. [33][34]

En cuanto al porcentaje de humedad, según Almeida debe ser alto y mejor aun llegando a un 100% para prevenir deshidratación y pérdida de las propiedades. Por ello, se debe tener el cuidado necesario en el lavado, almacenamiento y todo posterior proceso que se realiza luego de la cosecha de la zanahoria. [7]

Los valores pertinentes de las características fisicoquímicas de la zanahoria se representan en la *tabla 6* y *tabla 7*.

**Tabla 6.***Características fisicoquímicas de jugo de zanahoria*

Parámetro	Valor
pH	6,64
°Brix	8,4
Acidez valorable (%)	0,04
Sacarosa (mg/mL)	15,72
Fructosa (mg/mL)	7,02
Glucosa (mg/mL)	7,36
B-carotenos (ug/mL)	284
Contenido de humedad (%)	95,2

**Nota.** En esta tabla se muestran las propiedades fisicoquímicas de jugo de zanahoria. Tomado de: S. J. Jo, S. M. Oh, E. K. Jang, K. Hwang, and S. P. Lee, "Physicochemical properties of carrot juice fermented by *Leuconostoc mesenteroides* SM," *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, vol. 37, no. 2, pp. 210–216, 2008, doi: 10.3746/jkfn.2008.37.2.210.

**Tabla 7.***Características fisicoquímicas de tres diferentes jugos de zanahoria*

Parámetro	Ejemplos de jugos de zanahoria		
	A	B	C
pH	3,84	3,76	3,64
°Brix	10,2	12,1	10,4
Densidad (g/L)	1,0450	1,0554	1,0476
Magnesio (mg/100 mL)	11,56	10,73	11,34
Nitratos y nitritos (mg/100 mL)	22,3	35,1	11,9
Fosforo (mg/100 mL)	23,38	18,17	18,9
Potasio (mg/100 mL)	225,46	204,25	197,23
Acidez total (g cítrico/100g)	0,60	0,66	0,72
Viscosidad (mPa/s)	25	27,70	25,70

**Nota.** En esta tabla se muestran las características fisicoquímicas de tres diferentes jugos de zanahoria. Tomado de: D. Rodrigo *et al.*, "Physicochemical characteristics and quality of refrigerated Spanish orange-carrot juices and influence of storage conditions," *J. Food Sci.*, vol. 68, no. 6, pp. 2111–2116, 2003, doi: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb07028.x. [34]

## **2.3 Análisis fisicoquímico de la materia prima**

Se realiza el análisis fisicoquímico de la zanahoria que se recolecto y que se usara como materia prima para la elaboración del vino espumoso. Para este análisis, se realiza un muestreo del 10% del bulto de 50 kg, recolectando las zanahorias aleatoriamente; posteriormente se lavan, se pelan y se cortan para pasar al proceso de triturado que finalmente extrae el jugo de la fibra. A este jugo se le determinan las propiedades de pH, grados brix, acidez titulable, densidad y viscosidad.

### **2.3.1 Medición pH**

En cuanto al pH se realizó la medición a partir de un potenciómetro, el cual mide la actividad de los iones de hidrógeno mediante un sensor y por medio de un medidor del voltaje, convierte esta señal a pH representándolo en una pantalla digital. De acuerdo al proyecto de Nieto, el pH ideal para organismos como las levaduras se encuentra entre 4 a 6, si se llegara a dar un cambio en este valor podría afectar la composición o la naturaleza del organismo, influyendo en el producto final de un metabolismo anaerobio. [35]

El pH correspondió a 4,53 en el jugo de zanahoria analizado, este se encuentra en medio de los valores reportados por Rodrigo y Jang, e indica que se puede llevar a cabo una fermentación con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, pues allí se tiene las condiciones adecuadas de acidez para que este organismo crezca y convierta los azucares reductores en etanol.

### **2.3.2 Medición grados brix**

Este parámetro se determinó a partir de un refractómetro de grados brix con rango de medición de 0 a 32%, este equipo mide la cantidad de solidos solubles presentes en el jugo de zanahoria por medio del índice de refracción. Un grado brix representa un gramo de sacarosa en 100 gramos de solución. De acuerdo a los de grados brix se obtiene el contenido de alcohol, es decir que entre mayor cantidad de azucares, mayor será el alcohol producido.

Los grados brix obtenidos en la muestra de jugo de zanahoria corresponden a 11,4, resultado similar a los tres jugos del artículo de Rodrigo. Este valor puede ser

fácilmente modificado e incrementado para efectos de obtener un vino espumoso con contenido de alcohol alto cercano a uno comercial.

### **2.3.3 Medición acidez titulable**

El análisis de la acidez titulable se realiza de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 4623, donde se especifica el método de titulación por medio de la solución estándar de hidróxido de sodio y un indicador coloreado, en este caso fenolftaleína. [36]

El resultado de la acidez titulable presentó un valor de 0,06%, cercano al dato que proporciona el artículo de Jang. Este dato indica un valor normal que está presente en la zanahoria dado que esta no tiene una acidez perceptible en el paladar al consumirla.

### **2.3.4 Medición densidad**

La densidad se midió con un picnómetro convencional, restando el peso del picnómetro vacío con el peso del picnómetro lleno de jugo de zanahoria teniendo en cuenta un volumen conocido. La densidad es de 1,02 g/ml, lo que es superior a la del agua ligeramente debido a la composición misma de la hortaliza. Se debe tener en cuenta que este valor puede variar considerablemente por la posible presencia de pequeñas partículas de fibra.

### **2.3.5 Medición viscosidad**

Para el análisis de la viscosidad, se hace uso de un viscosímetro de Ostwald (Cannon – Fenske) de capilar No. 300, y un cronometro, donde este último nos permite contabilizar el tiempo en el que tarda la superficie del jugo de zanahoria en pasar las marcas correspondientes. Esta característica física es importante ya que se implementa como una medida de control de calidad en la hortaliza y también se toma como referencia para el diseño de equipos. Para la muestra de jugo analizado se obtuvo un valor de 23 cP.

En la *tabla 8* se resumen los datos que se obtuvieron para las características fisicoquímicas mencionadas.

**Tabla 8.**

*Características fisicoquímicas de jugo de zanahoria como materia prima*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
pH	4,53
°Brix	11,4
Acidez valorable (%)	0,06
Densidad (g/ml)	1,02
Viscosidad (cP)	23

**Nota.** En esta tabla se muestran las características fisicoquímicas de jugo de zanahoria como materia prima a usar para la elaboración de vino espumoso.

De esta manera se observa como la zanahoria desechada por defectos de calidad, cumple con características favorables en cuanto a las propiedades fisicoquímicas para ser usada en un proceso de fermentación alcohólica. Por tanto, se determina el uso de los residuos del cultivo de zanahoria como materia prima fundamental en la elaboración de un vino espumoso, resaltando su alta disponibilidad por ser un cultivo común en Colombia y la favorabilidad de su uso al generar una funcionalidad a un producto que antes solo representan desechos.

#### **2.4 Resumen del capítulo**

De acuerdo a los análisis fisicoquímicos realizados a la muestra del bulto de zanahoria, cuya recolección fue en una finca de la sabana de occidente y es clasificada como residuo, cumple con las características fisicoquímicas de una zanahoria comercial, y se rectifica que estas zanahorias son tomadas como residuo únicamente por sus malformaciones. Por ello, una vez más se recalca la importancia del aprovechamiento de estos residuos para generar un valor agregado, en este caso, la transformación a vino espumoso.

### **3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL PARA LA ELABORACIÓN DE VINO ESPUMOSO**

Este capítulo expone la metodología para elaborar el vino base, estableciendo las condiciones aptas, materiales y equipos involucrados para la elaboración experimental. Se realiza un diseño de experimentos con el fin de determinar la concentración favorable de jugo en el mosto que permita obtener un vino base con los grados brix establecidos y el grado alcohólico exigido por la NTC 1588.

#### **3.1 Metodología para la elaboración**

La finalidad del pretratamiento es liberar de impurezas la zanahoria que se seleccionó y se clasificó como residuo, ya que, dado a sus deformidades, la tierra y otros contaminantes para el proceso se depositan allí fácilmente. El pretratamiento consiste de tres procesos: limpieza, despuntado - pelado y cortado, realizados manualmente con el fin de hacer una rigurosa inspección de alguna materia no deseada.

En primer lugar, las zanahorias se someten a un remojo con agua y manualmente son seleccionadas una a una para enjuagarlas con ayuda de una esponja que permite retirar el exceso de tierra. Cabe resaltar que la zanahoria en el momento de su selección y clasificación, es lavada por aspersion con agua y por medio de unos rodillos la tierra es retirada, sin embargo, en el momento de su empaque y transporte llegan a contraer impurezas las cuales en esta etapa de limpieza manual son finalmente retiradas.

Luego, en el despuntado se corta y se retira la cabeza de la zanahoria donde nacía su tallo y su parte inferior que se conoce como la cola de la zanahoria, en donde hay presencia de raíces secundarias. En el pelado, con ayuda de un pelador casero se retira la piel de la zanahoria o también conocida como cáscara, de modo que solo se obtenga la pulpa. Esta etapa se realiza con el fin de no afectar la calidad del producto final ya que, según Elizondo, el tallo y las cáscaras pueden influir levemente en un sabor amargo, además se llega a prevenir una vez más si alguna impureza aún está presente en la superficie de la zanahoria. [37]

Acto seguido, se realiza el cortado con el propósito de facilitar la etapa siguiente, en la que se lleva a cabo la preparación del mosto. Aquí se realizan diversos cortes, en

primer lugar, se corta la zanahoria en trozos de 4 a 6 cm, luego, se hace una serie de cortes longitudinales para que queden láminas de zanahoria, posteriormente se juntan estas tiras y se realizan cortes transversales para obtener finalmente un corte en cubos, el cual este último se llama corte parmentier en culinaria, que consiste un corte en cubos de 1cm de lado aproximadamente. [38]

En principio se da lugar a la preparación del mosto que consiste en extraer el jugo de la zanahoria y para ello, inicialmente se hace un triturado el cual se ejecuta en una licuadora profesional, allí se proporciona una cantidad de 600 a 1000 g de cubos de zanahoria por licuada, sin agregar agua se procede a triturar a lo largo de 2 a 3 min aproximadamente, percatándose que todos los cubos hayan sido triturados y haya quedado una masa homogénea. Obtenida esta masa de zanahoria, se procede a pasarla por un filtro de tela extrayendo todo el jugo posible, separando la fibra, la cual es un residuo de la producción de vino espumoso que es útil para ensaladas, alimento para animales, abono, entre otras.

Luego de tener el jugo de zanahoria, se procede a preparar el mosto añadiendo agua, bisulfito de sodio, el azúcar de mesa correspondiente para aumentar los grados brix, y se lleva a cabo la pasteurización, proceso por el cual se elimina la carga microbiana del mosto mediante la correcta manipulación en los rangos de temperatura.

En el fermentador previamente esterilizado se agrega el mosto junto con la levadura, la cual se activó mezclando con una fracción de mosto cerca de 32°C, y así dar inicio a la fermentación. Cabe resaltar que el fermentador en el que se lleva a cabo este proceso es plástico que lleva consigo una válvula de salida y una trampa de aire, recomendado para fermentaciones caseras. Una vez finalizada la fermentación se deja sedimentar y se procede a filtrar el vino de los sólidos suspendidos nuevamente con el filtro de tela.

Con el objetivo de otorgarle la característica de vino espumoso, se realiza una segunda fermentación en botella. En el recipiente donde se encuentra el vino filtrado se agrega azúcar de mesa nuevamente para corregir los grados brix y la levadura activa, realizando la homogenización de la mezcla mediante agitación. Una vez mezclado, se procede con el embotellado en el cual se debe tener sumo cuidado para

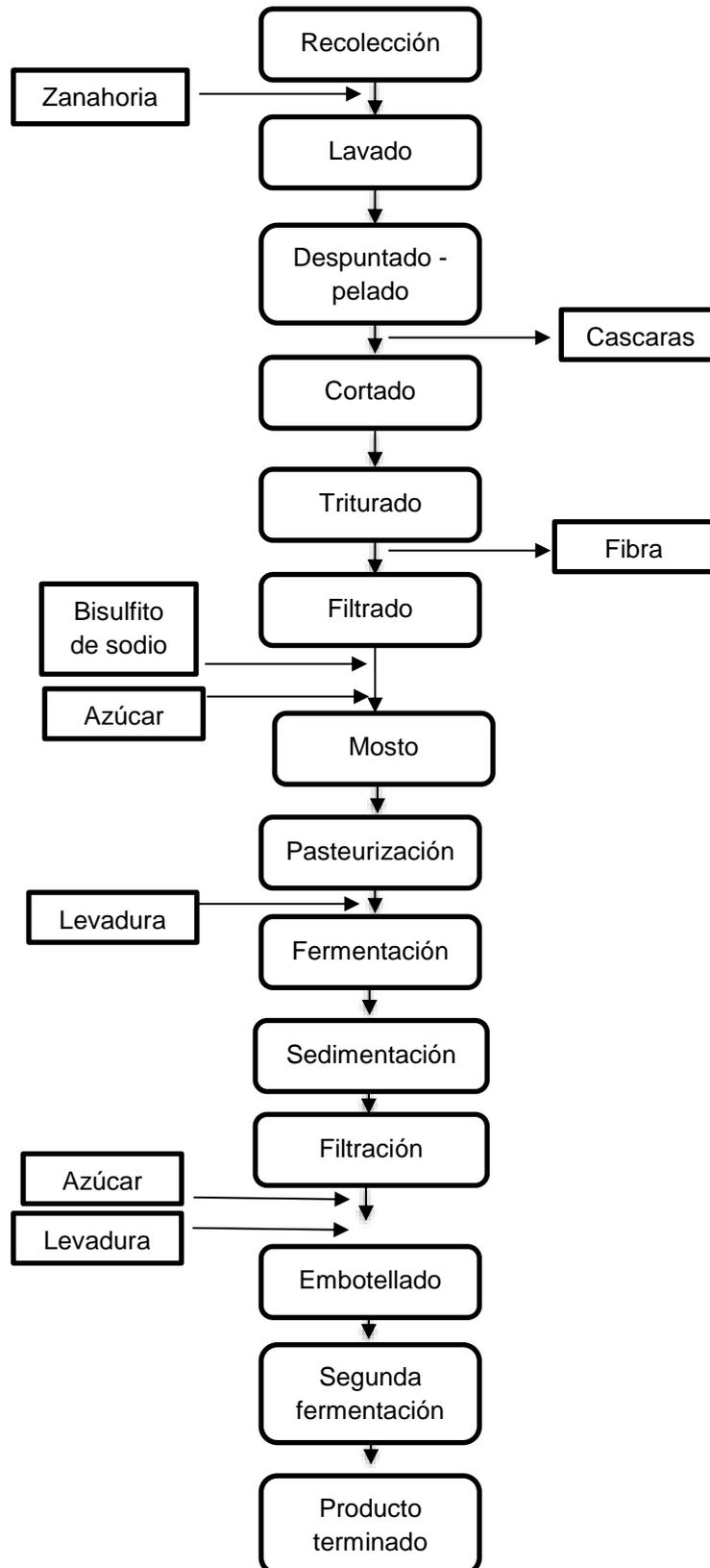
que no se llegue a contaminar el vino, e inmediatamente se sella con tapa o corcho para finalmente ser almacenados en un ambiente oscuro y fresco.

Estas botellas son almacenadas durante 9 meses aproximadamente para que adquiera las propiedades adecuadas en el vino, durante este tiempo, se someten a ligeros cambios de posición con el fin de acumular por medio de la gravedad, las lías y demás partículas presentes, en el pico de la botella. Una etapa posterior se trata del degüelle donde se permite la salida de estas sustancias destapando la botella en una acción rápida para finalizar el proceso con el ajuste de un nuevo corcho y la etiqueta tal como una bebida comercial. Cabe aclarar, que el proceso de almacenamiento solo se permitió por 2 meses dada a la limitación de tiempo del proyecto, por consiguiente, las etapas mencionadas después del almacenamiento no están contempladas.

La descripción previa está representada en la *figura 11* mediante un diagrama de bloques.

**Figura 11.**

*Diagrama de bloques del proceso de producción de vino espumoso*



**Nota.** La figura presenta el diagrama de bloques del proceso de producción de vino espumoso a partir de residuos de zanahoria.

## 3.2 Materiales y equipos

### 3.2.1 Materiales

Dentro de los materiales mostrados en la *figura 12*, se encuentra la materia prima clasificada como residuo de la cosecha, levadura liofilizada *Saccharomyces cerevisiae* marca Levapan, azúcar de mesa, bisulfito de sodio, agua y alcohol a 70% para la limpieza y desinfección de los equipos.

#### Figura 12.

*Materiales para la elaboración de vino espumoso*



**Nota.** En la figura se observan los materiales que se utilizaron a lo largo del diseño de experimentos y en la elaboración del vino espumoso.

### 3.2.2 Equipos

En los equipos se encuentra una balanza digital, licuadora Oster Xpert Pro, filtro de tela, fermentador plástico con capacidad de 30 L con válvula de salida y trampa de aire, refractómetro de grados brix con rango de medición de 0 a 32% con división de escala de 0,2%, refractómetro alcoholímetro con rango de medición V/V 0-80% con escala de 1% y termómetro de alimentos con escala mayor a 100°C representados en la *figura 13*.

### Figura 13.

#### *Equipos para la elaboración de vino espumoso*



**Nota.** En la figura se muestran los equipos a utilizar a lo largo del proceso del diseño de experimentos y en la elaboración de vino espumoso.

### 3.3 Diseño de experimentos

Esta investigación al ser un proyecto de ingeniería se caracteriza por tener un trasfondo económico en cada etapa de diseño, por tanto, es importante tener en cuenta todos los costos implicados en las decisiones de proceso tomadas.

La materia prima es uno de los factores que más influyen en el desarrollo general de un proceso, dado a que, dependiendo de esta, se prevén los procesos de transformación previos y puede definir la calidad del producto final obtenido. De esta manera, se analiza la zanahoria como materia prima de la producción del vino, identificando las diferentes etapas por las que debe pasar para poder obtener el jugo a fermentar, aún más cuando se trata de desechos del cultivo. Por tanto, se ha venido generando la duda, si con una menor cantidad de jugo de zanahoria, se puede obtener la bebida alcohólica con las características deseadas y cumpliendo con los estándares de calidad exigidos para la misma.

Así, el diseño de experimentos se plantea como un estudio para verificar la concentración de jugo de zanahoria necesario en el mosto en la cual permita obtener una bebida alcohólica con las siguientes características: grados brix entre 5 a 8 y un grado alcohólico mínimo de 6 lo que se considera aceptable en cuanto a estándares a cumplir en un vino. Es importante mencionar que este diseño de experimentos solo considera una parte del proceso, la primera fermentación.

### **3.3.1 Selección y definición de las variables**

Se establecen las variables con las cuales se logra medir el desempeño del diseño de experimentos, estas se dividen en las variables fijas que son controladas por el experimentador, la de diseño que se desea analizar y las de respuesta de las cuales es posible extraer datos para posteriores análisis estadísticos.

#### 3.3.1.a Variables fijas

-Tipo de sustrato: Tipo de zanahoria que se selecciona, ya sea por sus características fisicoquímicas, lugar de cosecha o variedad. Para la elaboración del mosto se selecciona la variedad Chantenay, cosechada a una altitud de 2100 msnm y clasificada como residuo dada a sus características físicas ya que no son comerciables.

-Concentración de bisulfito de sodio: Tradicionalmente se usan sulfitos en la elaboración del vino como agente antimicrobiano, dando asepsia al mismo y lo protege frente a reacciones oxidativas, dando una mejor conservación. Se agrega una concentración de 0,12 g/L de bisulfito de sodio, lo que es inofensivo para el consumidor. [39]

-Cantidad de azúcar añadida: 103 g/L para acercarse a los grados brix de iniciación de la fermentación.

-Temperatura de pasteurización: La pasteurización se utiliza con el objetivo de reducir las poblaciones de agentes patógenos en el mosto y este no se vea alterado en la fermentación por un agente externo. Esta se realiza por el método batch dejando calentar el mosto hasta 75°C y en el mismo recipiente se deja enfriar.

-Concentración de levadura: Se agrega 0,25 g/L según el de trabajo de grado de Elizondo. [37]

-Tipo de levadura: Se utilizará la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, al ser la especie más utilizada por excelencia para la obtención de etanol a nivel industrial. [25]

-Temperatura para preparar el inóculo: La temperatura ideal para agregar la levadura es a 32°C, ya que a más de 40°C la *Saccharomyces cerevisiae* suspende su actividad y muere a los 65°C. [37]

-Temperatura durante la fermentación: Lo ideal es mantener a temperatura ambiente que es entre 18°C a 20°C.

-Tiempo de fermentación: Se fermenta por 15 días

### 3.3.1.b Variables de diseño

-Concentración de sustrato: Jugo de zanahoria puro y jugo de zanahoria diluido al 50% con agua

### 3.3.1.c Variables de respuesta

-Grados brix vino: Entre 5 a 8

-Grado de alcohol del vino: Mínimo 6%

### **3.3.2 Elección de los factores y niveles que han de intervenir en el experimento**

Dado a que se desea analizar la incidencia de la concentración del jugo en el vino manteniendo las demás variables fijas, se plantea un diseño de experimentos de un factor con dos niveles. Estos niveles se basan en fermentar un mosto que contiene el jugo en 100% y otro en el cual es diluido en un 50% con agua. La decisión de las variables se hace por facilidad en el manejo, medición y control experimental de la materia prima.

### **3.3.3 Selección de la unidad experimental**

Se aplicará el tratamiento a una muestra de 5 mL de mosto diariamente por los 15 días de fermentación a los dos niveles de diseño; jugo puro al 100% y jugo diluido en agua al 50%, las cuales generarán un valor representativo del resultado.

### **3.3.4 Procedimiento experimental**

Los pasos a seguir de acuerdo al diseño de experimentos planteado son los siguientes:

- a. Se desinfecta cada uno de los equipos e instrumentos que se usaran en el proceso, lavándolos y sometiéndolos a un baño con agua a elevada temperatura.
- b. Se obtiene la materia prima y se pesa, luego se procede a lavar, despuntar y cortar en trozos pequeños que facilite la operación de trituración.
- c. Se licua y se extrae el jugo de la fibra por medio de una licuadora y un filtro de tela.
- d. Se toma una muestra de jugo donde se miden los grados brix para saber qué cantidad de azúcar se añade para que quede aproximadamente entre 18 a 21 grados brix.
- e. Se procede a preparar el mosto, agregando 103 g/L de azúcar de mesa.
- f. Seguido al mosto se añade 0,12 g/L de bisulfito de sodio.

- g. Se añade agua según corresponda el criterio establecido en el diseño de experimentos.
- h. Se pasteuriza calentándolo hasta una temperatura de 75°C, una vez alcanzada se retira el calor y se deja enfriar en el mismo recipiente hasta una temperatura de 32°C y se vierte en el fermentador previamente esterilizado.
- i. En el fermentador se añade 0,25 g/L de levadura a una temperatura de 32°C y se sella completamente el recipiente, dejándolo en un lugar fresco y oscuro. Cabe resaltar que el fermentador debe contar con una trampa de aire que no permite el ingreso de oxígeno al mosto, lo cual permite un ambiente anaeróbico. A partir de este montaje se realiza el respectivo muestreo diario que corresponde a la alimentación de datos del diseño de experimentos planteado.
- j. Luego de 15 días fermentando, se deja sedimentar, y se filtra para separar la levadura muerta.
- k. Análisis de datos.

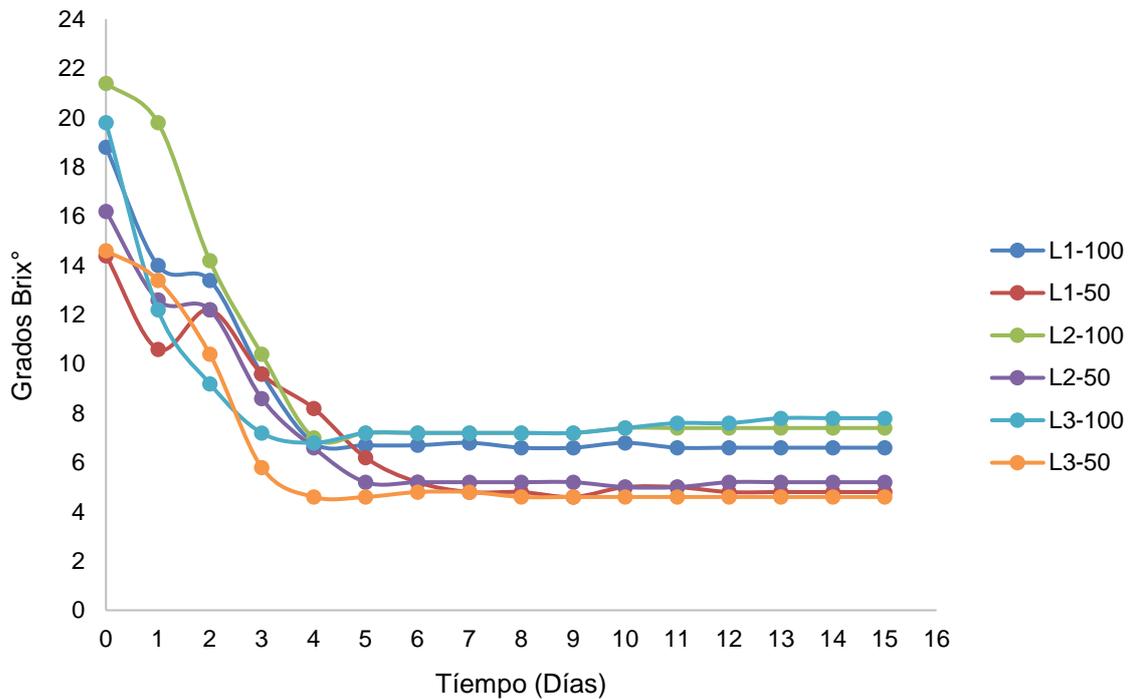
### **3.3.5 Resultados**

El contenido de azúcar presente en un vino se relaciona de forma directa con la lectura de los grados brix, de manera que el avance de esta variable a lo largo de la fermentación, refleja el comportamiento general de cómo la levadura convierte azúcares en alcohol. Además, el valor final obtenido, es de suma importancia en la industria vinícola ya que caracteriza la bebida en cuanto a control de calidad e identificación del tipo de vino. De igual manera, determinar el contenido de alcohol al terminar la fermentación, refleja el rendimiento de éste respecto a la materia prima para finalmente compararse con los valores regulados por cada país.

De acuerdo a lo anterior, inicialmente se realiza un seguimiento diario de los grados brix al primer proceso fermentativo en los tres diferentes lotes con sus respectivos niveles. La lectura se realiza con un refractómetro de grados brix a una muestra de 5 ml, los cuales se ven registrados a lo largo de los 15 días en la *figura 14*.

**Figura 14.**

*Evaluación del contenido de sólidos solubles durante la primera fermentación alcohólica.*



**Nota.** En la figura se muestra la disminución del contenido de sólidos solubles durante la primera fermentación alcohólica de acuerdo al diseño de experimentos planteado.

Con el uso de esta figura, es posible representar todos los datos experimentales en una gráfica, que facilita el análisis y comprensión del comportamiento de la variable para cada uno de los lotes. Inicialmente, se observa como en los primeros 5 días del proceso fermentativo existe una gran variación en los datos, lo cual imposibilita la lectura de alguna tendencia o comportamiento definido. Esta incertidumbre presentada en los primeros días del proceso, se fundamenta en el material particulado presente en la muestra al momento de tomar la lectura, el cual, basados en el funcionamiento de los refractómetros, pueden afectar considerablemente la veracidad del resultado.

Sin embargo, realizando una observación global del tiempo transcurrido, y a pesar de estar afectados los datos de los primeros días, es posible determinar la tendencia que tiene cada lote para estabilizarse con el paso del tiempo, es decir, la cantidad de días

en la que mayores cambios se presentan en la concentración de azúcares. Para el caso del nivel al 100%, la fermentación se estabiliza en el día cuatro y para el 50% en el día seis, por tanto, los días posteriores al mencionado para cada lote, se siguen presentando pequeños cambios en los grados brix llegando a la culminación del proceso sólo cuando se consuman los azúcares reductores, se muera la levadura o se suspenda voluntariamente el proceso.

De forma general, el nivel de 50% presenta una reducción de grados brix considerable en el primer día, sin embargo, en los siguientes lo hace de manera menos pronunciada tomando una mayor cantidad de tiempo para estabilizarse. Por otro lado, el nivel de 100%, sufre cambios más significativos cada día que permiten una estabilización de la fermentación al cabo de cuatro días de proceso. Al culminar el día 15, no se observa una gran diferencia entre los valores finales para ambos niveles por lo que se debe analizar la favorabilidad de cada nivel en etapas posteriores.

Por otro lado, el contenido de alcohol se determinó al finalizar la primera fermentación alcohólica en cada uno de los tratamientos por medio de una destilación simple y la lectura en un refractómetro de alcohol, los cuales se ven registrados en la *tabla 9*. El contenido de alcohol fue positivo para todos los tratamientos y es evidente que este es más bajo para la concentración de jugo diluido al 50%, sin embargo, se realizará el análisis respectivo con un estadístico de prueba en el siguiente apartado.

**Tabla 9.**

*Evaluación del grado alcohólico en el proceso fermentativo*

	Lote 1		Lote 2		Lote 3	
	100%	50%	100%	50%	100%	50%
	Jugo	Jugo - agua	Jugo	Jugo - agua	Jugo	Jugo - agua
<b>Contenido de alcohol %</b>	10	7	12	9	11	8

**Nota.** En esta tabla se ve registrado el contenido de alcohol del primer proceso fermentativo de cada lote con su respectivo nivel.

Finalmente, en la *figura 15* se observa el vino una vez filtrado y embotellado, luego de haber fermentado por 15 días, su color es naranja brillante por los colorantes naturales, betacarotenos, que tiene la zanahoria. El color del vino con concentración del 100% de jugo es levemente más pronunciado al de concentración del 50%, puesto que este último está diluido en agua perdiendo pigmentos.

**Figura 15.**

*Vino de zanahoria*



**Nota.** En esta figura se muestra el vino embotellado (primera fermentación) del lote 2, las botellas corresponden a la concentración del 100% y a la concentración de 50% de jugo en el mosto de izquierda a derecha en la figura.

### **3.3.6 Análisis del diseño de experimentos**

Con el fin de determinar la variabilidad de los tratamientos realizados respecto a valores deseados al terminar la primera fermentación del vino, se realizan una serie de hipótesis estadísticas de las cuales se analizan y se establece cuál nivel es el más favorable.

Inicialmente, se realiza el análisis de la media poblacional para el volumen de alcohol por medio de la *prueba t de student*, este tipo de estadística deductiva permite determinar la diferencia significativa entre las medias de dos grupos. Para su desarrollo, se debe formular dos hipótesis estadísticas, una nula en la que se iguala a un valor hipotético general y una alternativa que refuta a la nula con un valor mayor, menor o diferente. Seguido se debe hallar la media muestral y la desviación típica de acuerdo a los datos obtenidos en el diseño de experimentos por medio de las siguientes ecuaciones:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$
$$S^2 = \frac{\sum (x_n - \bar{x}_i)^2}{n - 1}$$

Con estos valores, es posible calcular el estadístico de prueba así:

$$t_o = \frac{\bar{x} - \mu_o}{s / \sqrt{n}}$$

Este estimador sigue una distribución t de student con  $n-1$  grados de libertad, y su magnitud permite discernir sobre la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula con base a un intervalo de confianza establecido en 5%.

Se analizan las medias muestrales del porcentaje alcohólico final que se obtiene en la primera fermentación del vino, comparando con una media poblacional de 6% v/v según la NTC 1588, donde es requisito de un vino espumoso tener un porcentaje mínimo de alcohol de 6. Aunque, se podría esperar que los vinos elaborados en sus dos niveles del diseño de experimentos tengan un porcentaje mayor al requerido. [17]

$$H_0: \mu = 6$$

$$H_A: \mu > 6$$

Los resultados de los diferentes parámetros son mostrados en la *tabla 10*.

**Tabla 10.**

*Estadístico de prueba para medias muestrales de porcentaje de alcohol respecto a una media poblacional*

Parámetro	Concentración	Concentración
	100%	50%
$\bar{x}$	11	8
$\mu_0$	6	6
$S^2$	1	1
$S$	1	1
$n$	3	3
Grados de libertad	2	2
$\alpha$	0.05	0.05
$t_0$	8,66	3,46
$t_\alpha$	2,92	2,92

**Nota.** La tabla presenta los datos y resultados del estadístico de prueba de la variable de diseño, porcentaje de alcohol, para las concentraciones de 100% jugo y 50% jugo diluido en agua respecto a una media poblacional fijada en 6.

Con base a los valores presentados en la tabla, es posible inferir el rechazo hacia la hipótesis nula, justificando que si hay diferencias significativamente estadísticas entre las medias de los tratamientos y la media hipotética para el alcohol producido. Al aceptar la hipótesis alternativa, se afirma que la media en el porcentaje de alcohol bajo ambas concentraciones de jugo es superior a 6%, lo cual favorece el desarrollo del proceso ya que cumple con los estándares requeridos y se asimila con las bebidas comerciales con las que entraría a competir.

De esta manera, como el objetivo final del diseño de experimentos es determinar el lote más idóneo para llevarse a condición de espumoso, este primer análisis permite recostar la favorabilidad sobre el nivel al 50% ya que, si bien presenta una media inferior al nivel al 100%, su contenido de alcohol supera el mínimo requerido teniendo en cuenta en que se produce a un menor precio. Sin embargo, se debe determinar si

esta cantidad producida es suficiente y acorde a los valores esperados mediante posteriores análisis.

Así, una vez se ha analizado la media muestral de cada lote respecto a una media poblacional sugerida, se desea comparar la similitud entre las medias de cada tratamiento en cuanto a los grados brix y el volumen de alcohol, es decir, la cercanía que tienen las medias tanto del nivel al 100% como del nivel al 50% de jugo en el mosto en las variables de respuesta. De esta forma, se tiene dos muestras aleatorias e independientes con distintas medias con las cuales se analiza las diferencias significativas a un alpha del 5%, representadas en las siguientes hipótesis:

$$H_0: \mu_x - \mu_y = 0$$

$$H_A: \mu_x - \mu_y \neq 0$$

Al tratarse de una prueba t para muestras independientes, se sigue con el mismo procedimiento anterior en el cual por medio de un estimador, se aceptan o rechazan los hipotéticos estadísticos logrando sacar conclusiones del planteamiento. Como se sabe que el número de muestras es el mismo para ambos niveles, los cálculos para el estimador, la desviación y los grados de libertad son los siguientes:

$$t_0 = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{S_P \sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y}}}$$

$$S_P^2 = \frac{(n_x - 1)S_x^2 + (n_y - 1)S_y^2}{n_x + n_y - 2}$$

$$G.L = n_x + n_y - 2$$

Se establece un nivel de significancia de 5%, sin embargo, al ser una prueba bilateral este valor se divide en los dos extremos donde hay zona de rechazo ( $\alpha = 0.025$ ). Así, con base en el valor de  $\alpha$  y según los grados de libertad determinados, se consulta el

valor de p en la tabla correspondiente a la distribución t de Student. La *tabla 11* muestra los datos obtenidos para los niveles en cuanto a los grados brix.

**Tabla 11.**

*Estadístico de prueba para comparar dos medias muestrales de grados brix*

Parámetro	Concentración	Concentración
	100%	50%
$\bar{x}$	7,27	4,87
$S^2$	0,37	0,09
$S$	0,61	0,31
$n$	3	3
G.L	4	
$S_p^2$	0,23	
$S_p$	0,48	
$\alpha$	0,025	
$t_o$	6,13	
$P$	2,78	

**Nota.** La tabla presenta los datos y resultados al comparar las dos medias de la variable de diseño, grados brix, para las concentraciones de 100% jugo y 50% jugo diluido en agua.

A partir de estos datos y teniendo en cuenta de que las muestras tomadas se comportan mediante la distribución normal con una igualdad de varianzas, es posible rechazar la hipótesis nula afirmando que si existe una diferencia significativa entre las medias poblacionales de ambos niveles. De esta manera se confirma lo que se plantea con la hipótesis alternativa y es que las medias de cada uno de los lotes difieren de forma relevante, es decir que si existe una diferencia importante entre los resultados de los grados brix para cada lote.

Por ahora no existe alguna norma que regule los valores en los que debe oscilar esta variable, sin embargo, se conoce sobre su relación directa con los azúcares

presentes, los cuales si se regulan y son de suma importancia para definir las características del vino. De este modo, la decisión en cuanto al nivel más favorable con relación a esta variable se basa en las cualidades deseadas en el vino final.

Para el análisis de similitud de medias en el porcentaje de alcohol obtenido en la bebida, se sigue el mismo procedimiento realizado en los grados brix con las mismas hipótesis planteadas. De esta forma se obtienen los datos expresados en la *tabla 12*.

**Tabla 12.**

*Estadístico de prueba para comparar dos medias muestrales de volumen de alcohol*

Parámetro	Concentración	
	100%	50%
$\bar{x}_i$	11	8
$S_i^2$	1	1
$n_i$	3	3
G.L	4	
$S_p^2$	1	
$S_p$	1	
$\alpha$	0,05	
$t_o$	3,67	
$P_{\alpha/2}$	2,78	

**Nota.** La tabla presenta los datos y resultados al comprar las dos medias de la variable de diseño, contenido de alcohol, para las concentraciones de 100% jugo y 50% jugo diluido en agua.

Como era de esperarse, dada la diferencia en la cantidad de jugo en el mosto, y por tanto la cantidad de azúcares fermentables para la posterior producción de alcohol, existen diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento. Tal como indican los datos, entre mayor contenido de jugo en el mosto mayor volumen de alcohol producido, haciendo énfasis que la cantidad de azúcar agregada para ajustar

los grados brix, es la misma para ambos niveles, por tanto, las diferencias observadas están dadas desde la condición inicial de acuerdo al contenido de jugo en el mosto y no por el azúcar añadido para aumentar los grados brix.

Este conjunto de pruebas realizadas en las que se analizan cambios voluntarios en los parámetros de control y medidos mediante unas variables de respuesta, fueron planteados como una herramienta efectiva para identificar las razones de los cambios y cuál de ellos favorece la producción de la bebida desde un punto de vista ingenieril, ya que el fin último de este desarrollo, es dar respuesta a la pregunta acerca de si con una menor cantidad de jugo en el mosto se puede realizar un vino de calidad que cumpla con los estándares regulados.

Por lo tanto, la forma de evaluar los resultados es mediante comparaciones de las medias respecto a valores objetivo y la diferencia existente entre las mismas para cada tratamiento, de las cuales fue posible concluir que:

- Ambos niveles cumplen con el mínimo porcentaje de alcohol exigido en el tipo de bebida elaborada, pero el nivel del 50% se ve favorecido por ser una alternativa más económica.
- Hay diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento para los grados brix, sin embargo, al no haber un mínimo exigido, se desea un menor valor en esta variable para dar una característica de seco al vino obtenido.
- Para las medias en cuanto al porcentaje de alcohol entre tratamientos, si hay diferencias significativamente estadísticas dadas desde la condición inicial en el mosto por la concentración de jugo, específicamente en los grados brix ya que son directamente proporcionales al alcohol que se produce.

De esta manera, a partir de este diseño, se determina el nivel del 50% de jugo en el mosto como la concentración más favorable, ya que cumple con las características deseadas en la bebida a obtener con la salvedad que para producirla se requiere menos consumo de materia prima y por tanto menores costos en la producción, los cuales podrán verse reflejados en un precio competitivo en el mercado o un margen de utilidad mayor al hacer el proceso más eficiente. Así, se da respuesta a lo previamente planteado, observando la capacidad de obtener una bebida aceptable según la regulación con una menor cantidad de jugo inicial.

### **3.4 Resumen del capítulo**

En este capítulo se da una descripción general del proceso llevado a cabo para la producción del vino espumoso, junto a los principales materiales y equipos usados para llegar al producto de interés. Se realiza el diseño de experimentos del primer proceso fermentativo con el fin de determinar el nivel que mejor cumple con las características deseadas en el vino base, seleccionando la concentración del 50% de jugo en el mosto, ya que se obtuvo un vino con contenido de alcohol de 9% y con grados brix de 5,2 a un menor costo. Para el análisis de las características obtenidas en la bebida, se presenta el desarrollo en el siguiente capítulo.

## **4. CARACTERIZACIÓN DEL VINO ESPUMOSO**

En el presente capítulo se abordará el análisis de las características más importantes del producto terminado, vino espumoso, de manera que se pueda identificar si es apto para el consumo humano. Se presentará desde una breve descripción de la obtención del vino espumoso luego de su previa aceptación en el diseño de experimentos, hasta su caracterización fisicoquímica y microbiológica comparando con la normatividad de la legislación colombiana.

### **4.1 Obtención del vino espumoso**

Para la producción del vino espumoso, se parte desde el vino base el cual luego del diseño de experimentos fue analizado y evaluado. De los tres lotes desarrollados, a pesar de que cumplieron con lo requerido, se continuara con el proceso fermentativo hasta vino espumo con solo uno de ellos por razones económicas que implican las posteriores caracterizaciones. Así, se escoge el lote 2 para continuar con el proceso puesto que se obtendría un porcentaje de alcohol final para el de concentración de 100% de  $12 \pm 1$  y  $9 \pm 1$  para el de concentración al 50%, así como grados brix finales de  $7 \pm 1$  y  $6 \pm 1$  para la concentración de jugo del 100% y 50% respectivamente.

Inicialmente se realiza un proceso de sedimentación con el fin de separar las partículas sólidas suspendidas en el vino por medio de la gravedad. De este modo, el fermentador se dispone en un ambiente cerrado y fijado a una superficie plana con una altura aproximada de un metro. Estas condiciones se establecen para evitar cualquier perturbación en el fermentador que permita de nuevo la mezcla de las partículas con el líquido y con fines de facilitar la descarga una vez ha terminado el proceso de separación. La duración de esta etapa se definió en 24 horas ya que se observó una completa sedimentación.

Para la descarga del vino, se realiza por medio de un filtro de tela ya que retiene las partículas de menor densidad que son arrastradas al momento de retirar el líquido del fermentador. De este modo, se ubica la sustancia en un recipiente previamente esterilizado donde se realiza el mezclado con el azúcar y la levadura, encargados de la segunda fermentación. Esta cantidad de sustancias añadidas, son un parámetro de

suma importancia ya que determinan la producción de gas que da la característica de espumoso, además de otras particularidades en cuanto a color, aroma y sabor.

La cantidad de estas sustancias se establece mediante la medición de los grados brix, la cual relaciona la cantidad de azúcares presentes. Así, la cuantía de azúcar agregada se establece de manera que ajuste los grados brix a un valor alrededor de 8. Para la muestra se calculó en 12 g/l. De igual forma, la levadura adicionada se calcula de acuerdo al contenido inicial de los grados brix, en este caso se adicionó 0,08 g/l. La levadura trata de la misma usada en la primera fermentación (*Saccharomyces cerevisiae*), sin embargo, hay que tener en cuenta que su funcionamiento puede estar limitado por las condiciones bioquímicamente adversas a las que está sometida durante la segunda fermentación.

Una vez agregadas, se asegura la correcta homogenización de la mezcla mediante la agitación manual por varios minutos. Posteriormente se embotella en recipientes de vidrio con pared gruesa para que soporte la alta presión producida, y finalmente el tapado mediante un corcho. Es importante resaltar que este corcho debe sellar completamente la botella de modo que impida cualquier fuga de gas producido o la entrada de oxígeno que altere la fermentación. Además, enfatizar la asepsia en cada una de las etapas del proceso con el fin de evitar todo tipo de contaminación.

La segunda fermentación en botella usualmente se deja por un periodo de 9 meses para que el vino obtenga mejores propiedades organolépticas, sin embargo, por limitaciones de tiempo en el presente trabajo, la segunda fermentación se dejó por 2 meses en donde se da como producto terminado y se le realizan los correspondientes análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

#### **4.2 Caracterización fisicoquímica**

Dentro de las características fisicoquímicas, la acidez es una de las que más influyen en los vinos, ya que de su nivel depende el análisis gustativo, y se pueden llegar a identificar o descartar enfermedades en los vinos. Los ácidos presentes tienen dos orígenes, aquellos que el mosto o el jugo de zanahoria le otorgan, que en este caso son málico, cítrico y ascórbico, y aquellos que aparecen en el proceso de fermentación como el ácido acético. [40]

De modo que, el nivel de acidez de cada vino se determina a partir de la acidez total y acidez volátil, el primero tiene en cuenta todas las acideces del vino y el segundo tiene presente a los ácidos pertenecientes a la serie acética, los cuales se forman durante la fermentación por *Saccharomyces cerevisiae*. Cabe aclarar que los ácidos láctico, succínico, carbónico y el anhídrido sulfuroso se excluyen de esta determinación. La acidez también puede ser expresada en forma de pH, de hecho, esta medida en los vinos es complementaria de la acidez total. Este parámetro se relaciona con el análisis organoléptico del vino y su estabilidad en cuanto a su sabor ácido, olor y color. [40]

Estos análisis fisicoquímicos se determinaron según lo indicado en la Norma Técnica Colombiana 1588, los cuales se compararon con la misma. Determinación del grado alcohólico, NTC 5113. Determinación de la acidez volátil, acidez total y pH, NTC 5114. Determinación de grados brix, refractómetro. Determinación de la densidad, picnómetro convencional. En la *tabla 13* se registran los valores obtenidos en el vino espumoso y, los rangos mínimos y máximos exigidos en la NTC 1588.

**Tabla 13.***Resultados de las características fisicoquímicas del vino espumoso*

Descripción del ensayo	Valores			
	Mínimo	Máximo	Lote 2	Lote 2
			Concentración 100%	Concentración 50%
Contenido de alcohol en grados alcoholimétricos a 20°C	6	-	13	10
Acidez volátil, expresada como ácido acético, en g/L	-	1,20	0,48	0,24
Acidez total, expresada como tartárico, en g/L	3,75	10	4,50	3,75
pH	2,80	3,50	4,73	4,35
Grados brix	-	-	8,30	6,20
Densidad	-	-	0,94	0,94

**Nota.** En esta tabla se registran los resultados de las características fisicoquímicas en el vino espumoso y, los rangos de máximos y mínimos según lo estipula la Norma Técnica Colombiana 1588, exceptuando los grados brix y la densidad.

El vino espumoso obtenido a base del lote 2, tanto para la concentración de jugo en el mosto de 100% como al 50%, están dentro de los parámetros mínimos y máximos de la NTC 1588 en cuanto al contenido de alcohol, acidez volátil y acidez fija, sin embargo, el pH sobrepasa el máximo requerido, esto es dado a que las normas ya establecidas se rigen por las características fisicoquímicas que proporciona la uva, ya que en general los vinos espumosos se conocen como el fermento de esta fruta, la cual alcanza un pH menor al de la zanahoria. Por lo tanto, el vino espumoso obtenido no cumple con la NTC 1588.

No obstante, se opta por realizar la comparación de este parámetro con Elizondo, el cual es el más cercano al presente trabajo al obtener vino de zanahoria con un pH final de 5,74, confirmando que un vino espumoso obtenido a partir de esta hortaliza esta dado cerca a estos valores. Para la comercialización y rigiéndose por la NTC

1588, se sugiere acidificar mediante la adición de ácido ascórbico, el cual es el ácido predominante en la zanahoria. [37]

Por otra parte, el análisis de los grados brix y la densidad no son parámetros requeridos por la legislación colombiana, ya que estas son características que pueden diferir de acuerdo al tipo de vino espumoso. Aun así, se desea realizar una comparación con el trabajo de Elizondo, el cual obtuvo un valor promedio final de 6 grados brix en el vino de zanahoria, cercano al analizado en el vino espumoso y por ende se consideraría un vino espumoso seco. [37]

Cabe resaltar que, en la segunda fermentación en ambos niveles del lote 2 el contenido de alcohol aumentó en un grado como consecuencia del proceso al desear el carácter espumoso en la bebida obtenida, ya que, la levadura al consumir el azúcar, lo convierte en alcohol a medida que genera el dióxido de carbono.

#### **4.3 Caracterización microbiológica**

La caracterización microbiológica se realizó en el laboratorio Biopolímeros Industriales SAS, Biopolab, acreditado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos en alimentos, cuya fecha de recepción y análisis de muestras fue el 15 de mayo del 2021. Esta caracterización consistió en realizar el recuento de coliformes totales, recuento de mesófilos y recuento de hongos y levaduras en el lote 2 de vino espumoso de zanahoria. El vino espumoso al no tener una reglamentación en la legislación colombiana acerca de los parámetros microbiológicos permitidos, se adapta y se compara con la norma NTC 404 correspondiente a jugos y pulpas de frutas pasteurizadas. Los resultados se presentan en la *tabla 14*. [41]

**Tabla 14.***Resultados de la caracterización microbiológica del vino espumoso*

Requisitos	m	M	Lote 2 Concentración 100%	Lote 2 Concentración 50%
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos, UFC/ml	100	1000	1774	8760
Coliformes totales, UFC/ml	<3	-	<10	<10
Recuento de hongos y levaduras, UFC/ml	100	200	<100	615

**Nota.** En esta tabla se registran los resultados de la caracterización microbiológica en el vino espumoso y, el índice permisible según lo estipula la Norma Técnica Colombiana 404.

m= Índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad

M= Índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad

De acuerdo con los resultados del vino espumoso de concentración de jugo del 100% correspondiente al lote 2 y la NTC 404, cumple solo con el recuento de hongos y levaduras, ya que se encuentra dentro de los índices máximos permisibles para identificar el vino espumoso como aceptable y de buena calidad, sin embargo, sobrepasa las unidades formadoras de colonia de mesófilos y coliformes permitidas por mililitro, llegando a rechazarse este tratamiento del lote 2, puesto que la NTC 404 indica que si la muestra no cumple con uno o más de los requisitos indicados, inmediatamente se debe rechazar.

En cuanto a los resultados del vino espumoso de concentración del 50% de jugo del lote 2 y comparando con la NTC 404, este no cumple con ningún requisito microbiológico, ya que no se encuentran dentro de los rangos permisibles para identificar que el vino espumoso es de buena y/o de aceptable calidad. Por ende, así

como el tratamiento de concentración del 100% este se rechaza teniendo en cuenta los criterios de aceptación y rechazo de la NTC 404 ya mencionados.

Los residuos de zanahoria pueden presentar cierto contenido de microorganismos, puesto que en su mayoría estos residuos presentan heridas cicatrizadas aumentando la transferencia de patógenos a través del suelo, sin embargo, existen pocos datos sobre la presencia de estos patógenos, por lo tanto, es difícil hacer estimaciones certeras de los niveles de contaminación. Para evitar que estos microorganismos alteren el proceso de fermentación, un primer proceso de control de estos patógenos fue mediante un pretratamiento que consta de un lavado, pelado - despuntado y cortado. [42]

En las siguientes etapas del proceso, triturado y filtrado, la contaminación se presenta directa o indirectamente dada a la manipulación por contacto con las manos o superficies sobre las que se puso la materia prima, sin embargo, estos factores se intentan controlar por medio de la pasteurización. Este proceso se lleva a cabo a 75°C, pero al tratarse de forma casera no se proporciona un control adecuado de esta temperatura, por lo que no se puede asegurar una eficiencia del proceso, además, al no caracterizarse microbiológicamente el mosto antes de la fermentación, no se tiene la certeza de la eficacia de esta etapa.

Luego de la primera fermentación, específicamente en la etapa de filtrado y embotellado, nuevamente se presenta contacto del producto con diferentes fuentes de contaminación como el filtro de tela y las botellas de vidrio, aun siendo esterilizados. Cabe resaltar que no existe etapas posteriores de eliminación de carga microbiana por lo que en este punto cualquier microorganismo que supere las condiciones del vino, en parámetros como la acidez y la concentración de alcohol puede llegar a alterar todo el producto.

En definitiva, el lote 2 escogido no fue lo suficientemente inocuo y no es apto para el consumo, esto dado a que no se garantizó en cada una de las etapas del proceso la suficiente asepsia en los materiales y equipos, así como las buenas prácticas al tratar con alimentos y microorganismos. Cabe resaltar que estas condiciones se dieron al

realizar el proyecto de manera casera, lo cual impide contar con tratamientos de desinfección como en una planta de producción.

En la *figura 16* se puede observar el vino espumoso al cabo de 2 meses de almacenado y fermentado correspondientes al lote 2. El vino espumoso de zanahoria toma un color naranja característico de la hortaliza por su contenido de betacarotenos, pero a comparación del vino de la *figura 9*, este se ha aclarado por el tiempo en que ha estado en almacenamiento, por ende, si se dejara por 9 meses como es de costumbre en un vino espumoso se espera que tome una tonalidad más clara. De igual forma, un vino espumoso se caracteriza por la efervescencia generada al momento del descorche. En este caso el vino espumoso trae consigo las lías sedimentadas puesto que no se realizará el proceso de degüelle.

**Figura 16.**

*Vino espumoso de zanahoria*



**Nota.** En esta figura se muestra el vino espumoso embotellado al cabo de 2 meses del lote 2, las botellas corresponden a la concentración del 100% y a la concentración de 50% de jugo en el mosto de izquierda a derecha en la figura.

#### **4.4 Resumen del capítulo**

Se realiza la descripción de la segunda fermentación con el fin de obtener el carácter espumoso en la bebida final, la cual es analizada fisicoquímica y microbiológicamente al cabo de dos meses de fermentación. En cuanto a los análisis fisicoquímicos se realizaron las pruebas de pH, acides volátil, acides total, densidad y brix, las cuales fueron comparadas con la NTC 1588 arrojando resultados favorables en los parámetros, a excepción del pH, el cual se podría llegar a corregir agregando ácido ascórbico. Por otro lado, en el análisis microbiológico comparado con la NTC 404, no cumple con las condiciones requeridas argumentadas por la falta de inocuidad en las diferentes etapas del proceso, es por esto que no se considera el lote 2 apto para el consumo humano.

## **5. DISEÑO ESCALADO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE VINO ESPUMOSO**

En este capítulo se presenta un escalado del proceso de obtención de vino espumoso a partir de residuos de zanahoria con el fin de realizar más adelante un análisis financiero relacionado con los costos, tomando como referencia los resultados encontrados y el análisis que se llevó a cabo en el de desarrollo experimental del presente trabajo. Se expone una descripción general del proceso, seguido del cálculo de los balances de materia y energía en cada unidad del proceso de acuerdo con los volúmenes de material procesado, también, se realiza una breve descripción de los equipos involucrados y sus requerimientos técnicos. Finalmente, se representa el proceso por medio del diagrama de flujo de bloques y el diagrama de flujo de proceso, reuniendo la información obtenida en el balance de materia.

### **5.1 Descripción general del proceso**

Cuando las zanahorias entran a la planta ya clasificadas como residuo, el primer paso es el lavado en una lavadora hidrodinámica L-101 para eliminar toda impureza que trae consigo la zanahoria y más cuando se trata de residuo, ya que esta por sus deformidades puede contraer aún más impurezas. Luego, pasa por un pelador P-101, donde se retiran tanto las casaras como el tallo, puesto que estos desechos pueden llegar afectar las características organolépticas del vino espumoso. Y terminando con el pretratamiento, se procede a cortar la zanahoria en un cortador transversal C-101 de forma no uniforme para facilitar su proceso de extracción, ampliando el área de superficie.

Continuando, para obtener el jugo de zanahoria se hace pasar por un extractor EX-101 de jugos vegetales, allí se obtiene el jugo de zanahoria y la fibra, donde esta última se toma como subproducto puesto que es aprovechable agroindustrialmente. Enseguida, el jugo pasa al proceso más importante que se lleva a cabo en el fermentador F-101, que a su vez hace de pasteurizador P-101, donde se agrega el agua, bisulfito de sodio, azúcar y levadura en proporciones establecidas en el diseño de experimentos del presente trabajo. Cabe resaltar, que se propuso el proceso con tres fermentadores/pasteurizadores para realizar el respectivo análisis de costos y viabilidad del proyecto.

Una vez obtenido el vino de zanahoria, se procede a la clarificación del mismo, el cual se realiza por medio de un filtro clarificador CL-101 removiendo el enturbiamiento del vino, eliminando las lías, levaduras muertas y bisulfito de sodio casi en su totalidad, teniendo un vino de zanahoria claro y listo para seguir en el proceso. Este vino es llevado a un tanque mezclador V-101, donde se agrega azúcar y levadura para realizar la segunda fermentación en botella, con el fin de obtener vino espumoso de forma natural. Para realizar este último mencionado se envasa en botellas de vidrio, ya que es el material más popular y resistente, y más cuando se trata de un vino espumoso, este proceso se lleva a cabo en una embotelladora y tapadora EM-101 TP-101, se utilizan botellas incoloras comerciales con capacidad de 750 ml.

El almacenamiento se lleva a cabo en pupitres de cava G-101 por un periodo de 9 meses, aquí las botellas son apiladas en posición horizontal y una vez finalizada la fermentación, las botellas se trasladan en posición vertical con el fin de que las lías se agrupen en el cuello de la boca, esta última operación consiste en dar un giro brusco a la botella manualmente para que se desplace todo sedimento a la salida de la botella, y es realizada diariamente por 21 días. Concluido este proceso, los cuellos de las botellas de vino espumoso se congelan CO-101 y se degüellan D-101, de manera que las lías ya congeladas salgan mediante una leve explosión. Finalmente, evitando la pérdida de gas carbónico se prosigue con el tapado y etiquetado de forma simultánea en una etiquetadora ET-101.

El proceso propuesto se representa en los diagramas expuestos en el apartado 5.4 *Diagramas del proceso* con sus respectiva nomenclatura y descripción de corrientes.

## **5.2 Balance de materia y energía**

El balance de materia y energía se calcula en cada una de las operaciones unitarias que se propuso en el proceso de obtención de vino espumoso. Este proceso es llevado a cabo por lotes, por lo que sus flujos están expresados en “kg/lote” o “l/lote” como se verá evidenciado en el siguiente desglose por etapas.

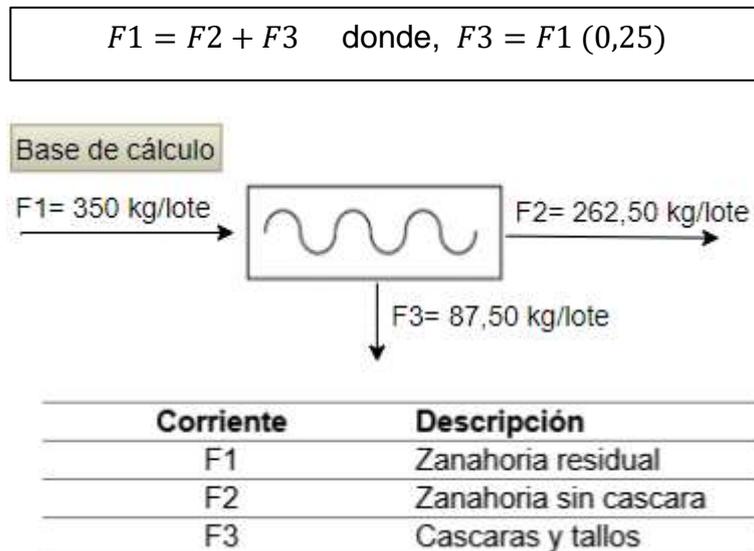
### **5.2.1 Pelado**

El balance de materia empieza en esta etapa con una base de cálculo de 350 kg de zanahoria residual por lote, la cual corresponde a la disponibilidad de materia prima y

se identifica como la corriente F1. Así mismo, en esta unidad se conoce que el porcentaje de las cascaras y tallos desechados es cerca del 25%, esto gracias al desarrollo experimental, y logra expresarse como se detalla en la *figura 17*.

**Figura 17.**

*Balance de materia proceso de pelado*



**Nota.** En esta figura se representa la ecuación del balance de materia en el proceso de pelado con su respectiva representación gráfica y descripción.

### 5.2.2 Extracción

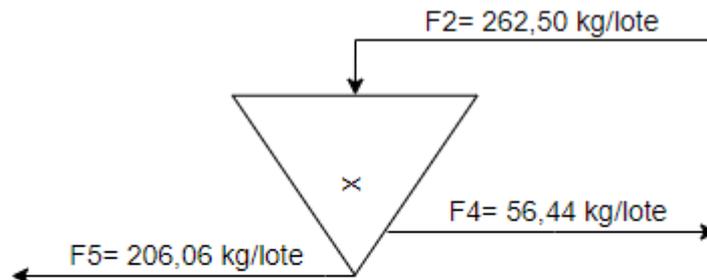
Para la obtención del jugo de zanahoria en el extractor se estimó que el porcentaje de fibra que sale del mismo es del 21,5% dado en el diseño experimental. Como en la *figura 12* se expresa la salida de jugo de zanahoria en términos de masa, y tomada la densidad de la caracterización fisicoquímica en el *capítulo 2* como 1,02 g/ml, se desea hallar en términos de volumen el jugo extraído, el cual corresponde a 202,02 l/lote.

Cabe resaltar que la fibra es un subproducto de la producción de vino espumoso a partir de residuos de zanahoria, la cual puede ser aprovechada para alimento de animales y/o abono de suelos. El respectivo balance de materia se representa en la *figura 18*.

**Figura 18.**

*Balance de materia proceso de pelado*

$$F5 = F2 + F4 \quad \text{donde, } F4 = F5 (0,215)$$

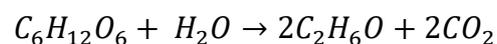


Corriente	Descripción
F2	Zanahoria sin cascara
F4	Fibra de la zanahoria
F5	Jugo de zanahoria

**Nota.** En esta figura se expresa la ecuación del balance de materia en el proceso de extracción con su respectiva representación gráfica y descripción.

### 5.2.3 Fermentación

Al fermentador se agrega agua en la misma proporción del jugo extraído, puesto que se obtendrá vino espumoso con una concentración inicial del jugo de zanahoria del 50%, es decir, se agregará 202 kg/lote. De igual modo como se realizó en el presente trabajo, se añade 0,12 g/l de bisulfito de sodio (0,05 kg/lote), 103 g/l de azúcar para corrección de grados brix (42,03 kg/ lote) y para la levadura es de 0,25 g/l (0,10 kg/lote). Aquí, el balance de materia mostrado en la *figura 19* se realiza según la reacción de fermentación alcohólica, suponiendo una conversión de los azúcares ideal del 100%.

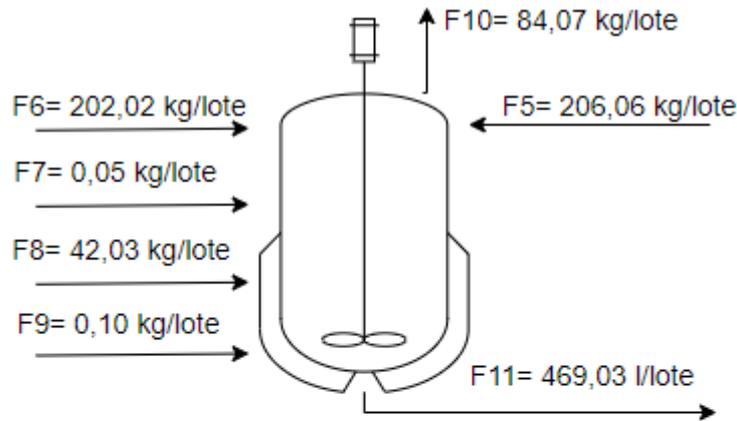


**Figura 19.**

*Balance de materia proceso de primera fermentación*

$$F5 + F6 + F7 + F8 + F9 + 2E = F10 + F11$$

donde,  $E = 42,03 \text{ kg/lote}$  y  $F10 = 2E$



Corriente	Descripción
F5	Jugo de zanahoria
F6	Agua
F7	Bisulfito de sodio
F8	Azúcar
F9	Levadura
F10	CO <sub>2</sub>
F11	Vino de zanahoria

**Nota.** En esta figura se expresa la ecuación del balance de materia en el proceso de fermentación con su respectiva representación gráfica y descripción.

En la *figura 19*, la corriente de salida del vino está expresada inmediatamente en volumen, ya que desde este punto se desea cuantificar el vino como medida volumétrica para el conteo de botellas que se requieren en etapas posteriores. Este cálculo se realizó con la densidad que dio experimentalmente el vino de zanahoria en el diseño de experimentos del presente trabajo, la cual es de 0,96 g/ml.

El fermentador actúa previamente como pasteurizador, donde se pasteuriza el mosto sin la levadura a 75°C por 15 minutos para eliminar microorganismos indeseables que puedan afectar el proceso de fermentación, por esto, para la realización del balance de energía se toma como referencia los valores de Cp del agua, la glucosa y la zanahoria del trabajo de grado de Elizondo, siendo; 0,98; 0,434 y 0,9696 kcal/ kg°C respectivamente. Tomando en cuenta las siguientes ecuaciones y obteniendo  $\omega_i$  dividiendo la masa del componente  $i$  entre el total, se halla el calor requerido expresado en la *tabla 15*. [37]

$$Q = (F5)(\overline{Cp})(\Delta T)$$

$$\overline{Cp} = \sum \omega_i Cp_i$$

**Tabla 15.**

*Calor requerido para el proceso de pasteurizado*

Parámetro	Componente		
	Agua	Glucosa	Zanahoria
$\omega_i$	0,46	0,08	0,46
$Cp_i$ (kcal/kg°C)	0,98	0,434	0,9696
<b>F5 (kg/lote)</b>	450,12		
$\overline{Cp}$ (kcal/kg°C)	0,93		
$T_1$ (°C)	25		
$T_2$ (°C)	75		
$\Delta T$ (°C)	50		
<b>Q (kcal/lote)</b>	20930,58		

**Nota.** En esta tabla se muestran los datos que se requieren para hallar el calor requerido en el proceso de pasteurizado del mosto.

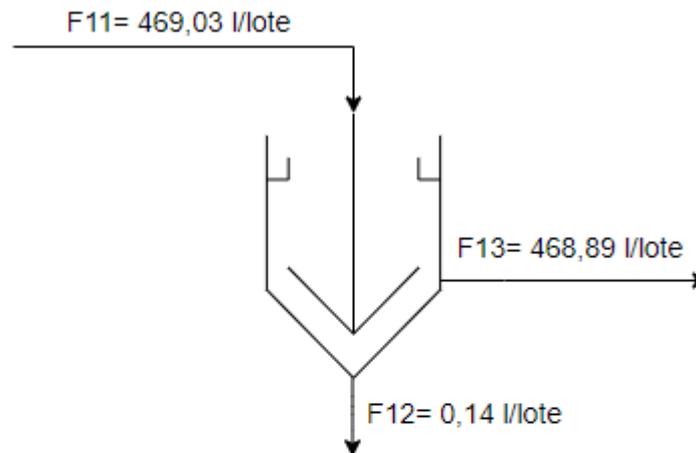
#### 5.2.4 Clarificado

Para el planteamiento del balance de materia, se hace la suposición que el retiro de las lías, levaduras muertas y bisulfito de sodio, es aproximadamente del 99%, y siguiendo con el balance global cumpliendo que lo que entra, es igual a lo que sale, se plantea como se muestra en la *figura 20*.

**Figura 20.**

*Balance de materia proceso de clarificado*

$$F11 = F12 + F13 \quad \text{donde,}$$
$$F12X_{Lev\ 12} = F11X_{LEV\ 11} (0,99)$$
$$F12X_{BIS\ 12} = F11X_{BIS\ 11} (0,99)$$



Corriente	Descripción
F11	Vino de zanahoria
F12	Vino de zanahoria claro
F13	Bisulfito y levadura muerta

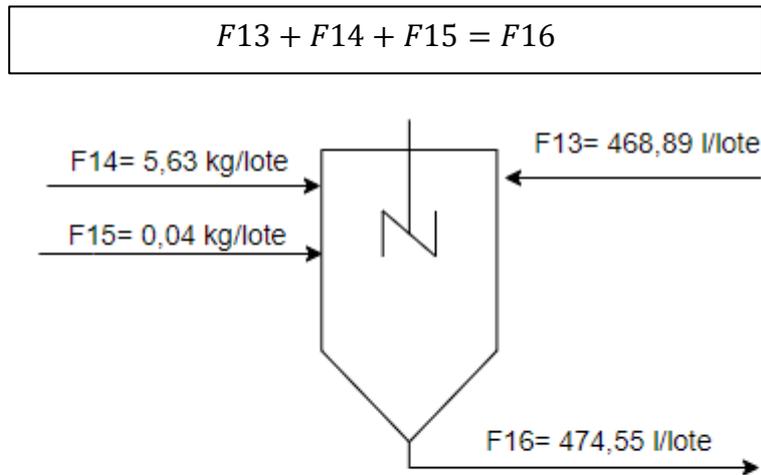
**Nota.** En esta figura se expresa la ecuación del balance de materia en el proceso de clarificado con su respectiva representación gráfica y descripción.

### 5.2.5 Mezclado

En la *figura 21* se observan los balances de materia alrededor del tanque de mezclado, en donde se añade junto con el vino de zanahoria 0,12 g/l de azúcar (5,63 kg/lote) y 0,08 g/l de levadura (0,04 kg/lote), misma cantidad presentada en el desarrollo experimental del presente trabajo. Cabe resaltar que las corrientes del azúcar y levadura añadida se expresan en masa, pero se hace la respectiva conversión de acuerdo a la densidad del vino (0,96 g/ml) para expresar la corriente de salida del mismo en términos volumétricos.

**Figura 21.**

*Balance de materia proceso de mezclado*



Corriente	Descripción
F13	Bisulfito y levadura muerta
F14	Azúcar
F15	Levadura
F16	Vino de zanahoria

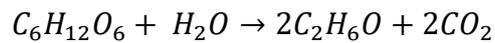
**Nota.** En esta figura se expresa la ecuación del balance de materia en el proceso de clarificado con su respectiva representación gráfica y descripción.

### 5.2.6 Segunda fermentación

De acuerdo a la etapa anterior de mezclado, el flujo de salida del vino corresponde a 474,55 l/lote, los cuales al embotellarlos como se comercializa normalmente, se dosifica por botella 750ml de vino, y por ende, realizando el cálculo, se obtendrían 632 botellas. Sin embargo, el balance de materia se sigue realizando de forma global y no de forma unitaria por botella.

Una vez embotellado el vino, se deja fermentar por segunda vez directamente en la botella a lo largo de 9 meses, allí producirá el CO<sup>2</sup> y poco de etanol, y es por esto que en la *figura 22*, en el balance de materia no se observan una salida de CO<sup>2</sup>, como si se presentaba en el fermentador, esto es dado a que se desea dar la característica de vino espumoso de forma natural. Allí el balance de materia se realiza de igual modo

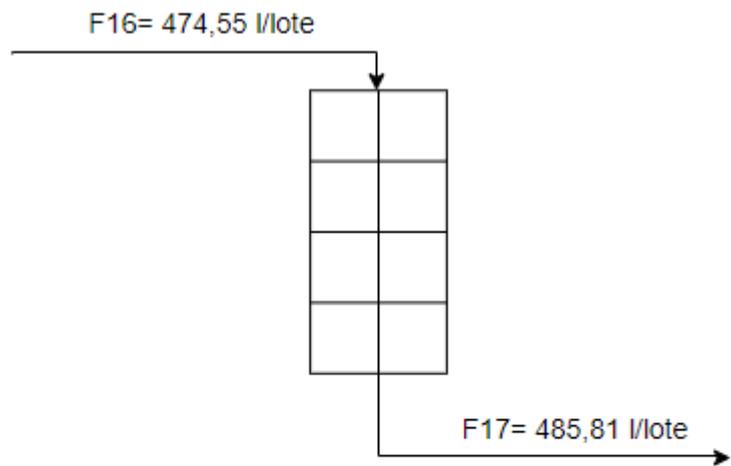
con la reacción de fermentación alcohólica, suponiendo una conversión de azúcares del 100%.



**Figura 22.**

*Balance de materia proceso de segunda fermentación*

$F16 + 2E = F17$ donde, $E = 5,63 \text{ l/lote}$
---



Corriente	Descripción
F16	Vino de zanahoria
F17	Vino espumoso de zanahoria

**Nota.** En esta figura se expresa la ecuación del balance de materia en el proceso de segunda fermentación con su respectiva representación gráfica y descripción.

### 5.2.7 Degüelle

Con el fin de eliminar las lías, levaduras muertas, se congela el cuello de botella y se realiza el degüelle, y guiándose del procedimiento experimental en el proceso de

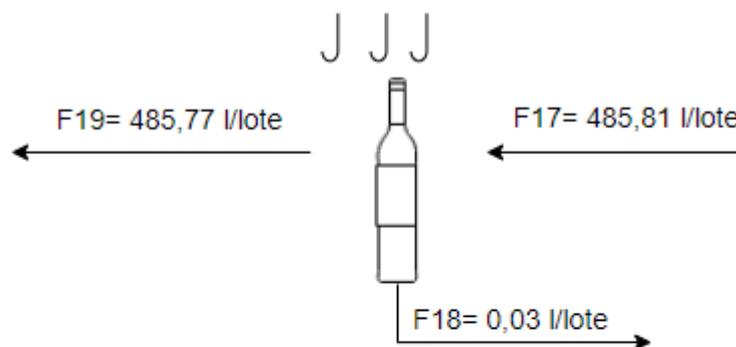
clarificación, se tomará como referencia que el 99% de las lías serán eliminadas como se representa en la *figura 23*.

**Figura 23.**

*Balance de materia proceso de degüelle*

$$F17 = F18 + F19 \quad \text{donde,}$$

$$F18X_{Lev\ 18} = F17X_{LEV\ 17} (0,99)$$



Corriente	Descripción
F17	Vino espumoso de zanahoria
F18	Levadura muerta
F19	Vino espumoso de zanahoria para consumo

**Nota.** En esta figura se expresa la ecuación del balance de materia en el proceso de degüelle con su respectiva representación gráfica y descripción.

Seguido, se contará con las etapas de tapado y etiquetado, en donde se encontrarán 485,77 l/lote de vino en las 632 botellas, donde el volumen que aumento respecto a la corriente de salida del mezclador está representado en el gas CO<sup>2</sup> característico del vino espumoso. Por tanto, gracias al balance de materia calculado, se estima que por un lote de 350 kg de zanahorias residuales es posible obtener 632 botellas con capacidad de 750 ml.

### 5.3 Equipos

Realizado el balance de masa y energía involucrado en la obtención de vino espumo a partir de residuos de zanahoria, se continua con establecer las especificaciones más importantes en los equipos del proceso como la capacidad, material de construcción y características de operación, teniendo en cuenta que en el presente proyecto no está contemplado la ingeniería a detalle de los estos equipos. Es de importancia resaltar que el material de construcción de los equipos se selecciona según la Resolución 4142 de 2012, la cual establece un reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los equipos que tengan contacto con alimentos y bebidas para el consumo humano. [43]

#### 5.3.1 Lavadora hidrodinámica

Se utilizará una lavadora hidrodinámica industrial, la cual provee un delicado lavado de vegetales y hortalizas como la zanahoria, asegurando un lavado profundo, acorde con las normas exigentes sanitarias. Se detallan las especificaciones en la *tabla 16*. [44]

**Tabla 16.**

*Especificaciones técnicas de la lavadora hidrodinámica industrial*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable AISI 304
Producción (kg/h)	500
Potencia (HP)	1,49
Peso (kg)	180

**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que tiene la lavadora hidrodinámica para el proceso.

#### 5.3.2 Peladora

La peladora industrial cuenta con salidas independientes para descargue del producto y otra para drenaje del agua y la cascarilla resultante del proceso, no genera mayores pérdidas. En el *tabal 17* se muestran sus especificaciones técnicas. [45]

**Tabla 17.***Especificaciones técnicas de la peladora industrial*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable 304
Producción (kg/h)	350
Potencia (kW)	0,75
Peso (kg)	70

**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que posee peladora industrial para el proceso.

### **5.3.3 Cortador**

El cortador o procesador de alimentos, consta de un porta cuchilla circular enfrentado a un tambor ranurado, corta la zanahoria en tiras, o con un porta cuchillas transversal corta en cuadrados y/o rectángulos con diferentes combinaciones de tamaño, sin exigencias de calidad geométrica, ya que el proceso propuesto no lo requiere. Sus demás especificaciones se muestran en la *tabla 18*. [46]

**Tabla 18.***Especificaciones técnicas de la cortadora industrial*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable 304
Producción (kg/h)	800
Potencia (kW)	0,74
Peso (kg)	75

**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que cuenta la cortadora industrial para el proceso.

### **5.3.4 Extractor**

El extractor de jugo cuenta con espirales que aumentan gradualmente a lo largo de la dirección de la salida, cuando la zanahoria se añade a la tolva de alimentación, recibe

presión bajo los espirales y el jugo extraído fluye al contenedor de jugo a través de un filtro, aquí el extractor puede eliminar por sí mismo los residuos, en este caso la fibra. En la *tabla 19* se muestran las demás especificaciones técnicas. [47]

**Tabla 19.**

*Especificaciones técnicas del extractor industrial*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable 304
Producción (kg/h)	500
Potencia (kW)	1,49
Peso (kg)	100

**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que presenta el extractor industrial para el proceso.

### **5.3.5 Fermentador**

El fermentador que a su vez actúa como pasteurizador, cuenta con una camisa para que recicle el líquido refrigerante, tiene un grosor interior de 3 mm y la chaqueta externa de 2mm, tiene un aislamiento de poliuretano de 80mm. Tiene accesorios como válvula de muestra, manómetro, válvula de escape de aire y medidor de temperatura. Las otras especificaciones técnicas se muestran en la *tabla 20*. [48]

**Tabla 20.**

*Especificaciones técnicas del fermentador/ pasteurizador*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable 304
Capacidad (L)	600
Presión a soportar (atm)	2,47
Potencia (kW)	14,91

**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que presenta el fermentador/ pasteurizador industrial para el proceso.

### 5.3.6 Clarificador

El clarificador consta de una carcasa de filtros lenticulares, ideal para aplicaciones sanitarias como son los alimentos, esta máquina está equipada con manómetro, válvulas de ventilación y drenaje de los desechos. Las demás especificaciones se presentan en la *tabla 21*. [49]

**Tabla 21.**

*Especificaciones técnicas del clarificador tipo filtro industrial*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable 304
Producción (kg/h)	500
Presión que soporta (atm)	6
Peso (kg)	60

**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que cuenta el clarificador tipo filtro industrial para el proceso.

### 5.3.7 Tanque de mezclado

Este equipo cuenta con una tapa abierta plegable, con patas fijas, sin calefacción, y tiene un mezclador de maletas. Las otras especificaciones se presentan en la *tabla 22*. [50]

**Tabla 22.**

*Especificaciones técnicas del tanque de mezclado industrial*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable 304
Capacidad (L)	500
Potencia (kW)	0,37
Peso (kg)	500

**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que tiene el tanque de mezclado industrial para el proceso.

### 5.3.8 Embotelladora

Esta máquina consta de un llenado de sifón, llena automáticamente las botellas, la boca de la botella está sellada con un relleno de presión igual, que no se puede espumar ni derramar. Las especificaciones técnicas se representan en la *tabla 23*. [51]

**Tabla 23.**

*Especificaciones técnicas de la embotelladora industrial*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable 304
Producción (botellas/hora)	500-2000
Potencia (kW)	2,98
Peso (kg)	150

**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que posee la embotelladora industrial para el proceso.

### 5.3.9 Tapadora

Este equipo es semi automático de inserción de corcho en la botella de vino, el cual puede adecuarse a diferentes alturas dependiendo de la botella. Las otras especificaciones técnicas se detallan en la *tabla 24*. [52]

**Tabla 24.**

*Especificaciones técnicas de la tapadora industrial*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable 304
Producción (botellas/hora)	1200
Potencia (kW)	0,55
Peso (kg)	120

**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que cuenta la tapadora industrial para el proceso.

### 5.3.10 Pupitres de cava

Este equipo es especial para la elaboración de vino espumoso, donde la botella en principio se coloca horizontalmente y terminada la fermentación, se procede a colocar la botella vertical, donde se precipitan las lías en el cuello de botella. Estos están fabricados en madera de pino y tiene capacidad para 80 botellas, 40 por cada lado. [53]

### 5.3.11 Congelador de cuellos

Consta de una bañera circular con un plato rotativo para inserción de los cuellos de las botellas, tiene grupo de frío incorporado en la misma máquina, además cuenta con aislamiento térmico de poliuretano y un termostato para el control de la temperatura. Las otras especificaciones técnicas se expresan en la *tabla 25*. [54]

**Tabla 25.**

*Especificaciones técnicas del congelador de cuellos industrial*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable 304
Producción (botellas/hora)	15-20
Potencia (kW)	0,31
Peso (kg)	12

**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que posee el congelador de cuellos industrial para el proceso.

### 5.3.12 Degüelle

El pedestal para el degüelle de botellas de vinos espumosos tiene una guía de 90° de flujo, con un pie regulable y cabeza móvil para determinar el grado de inclinación óptimo para el proceso de degüelle. Está construido en su totalidad de acero inoxidable. [55]

### 5.3.13 Etiquetadora

Es una maquina con un sistema de transporte integrado, se encarga del transporte, manipulado y etiquetado, por tanto, puede utilizarse tanto fuera como conectadas a

otros procesos. A continuación, en la *tabla 26* se representan las demás especificaciones técnicas.

**Tabla 26.**

*Especificaciones técnicas de la etiquetadora industrial*

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Material de construcción	Acero inoxidable 304
Producción (botellas/hora)	1500
Potencia (kW)	0,11
Peso (kg)	25

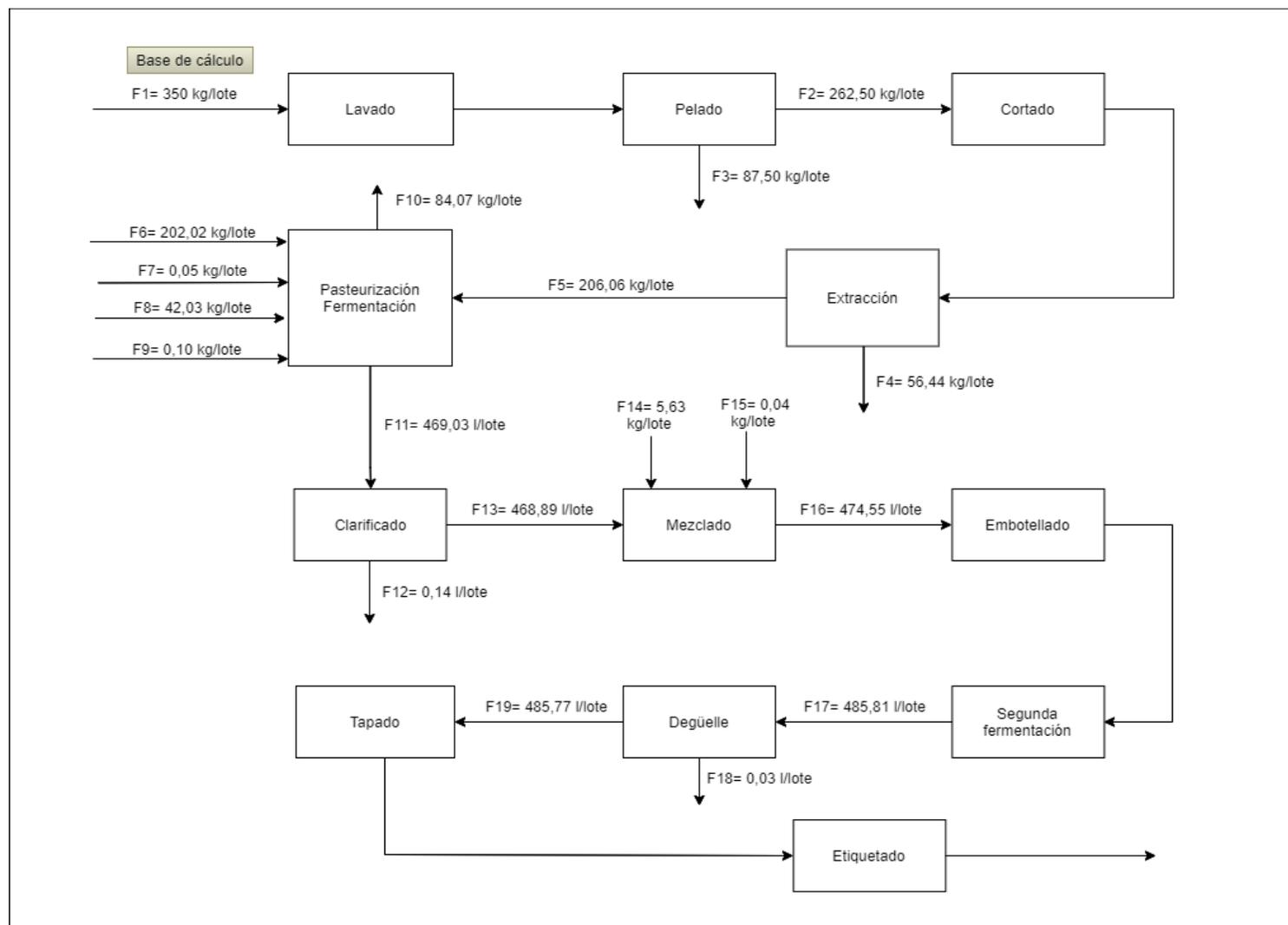
**Nota.** En esta tabla se detallan las especificaciones técnicas que cuenta la etiquetadora industrial para el proceso.

#### **5.4 Diagramas del proceso**

En este apartado se muestra en la *figura 24* el diagrama de bloques del proceso, con su respectiva descripción de corrientes en la *tabla 27*. Así mismo, se representa por medio de la *figura 25* el diagrama de flujo del proceso, y en la *tabla 28* las corrientes con sus condiciones.

**Figura 24.**

*Diagrama de flujo de bloques de la obtención de vino espumoso a partir de residuos de zanahoria*



**Nota.** En esta figura se muestra el diagrama de flujo de bloques de la obtención de vino espumoso propuesto.

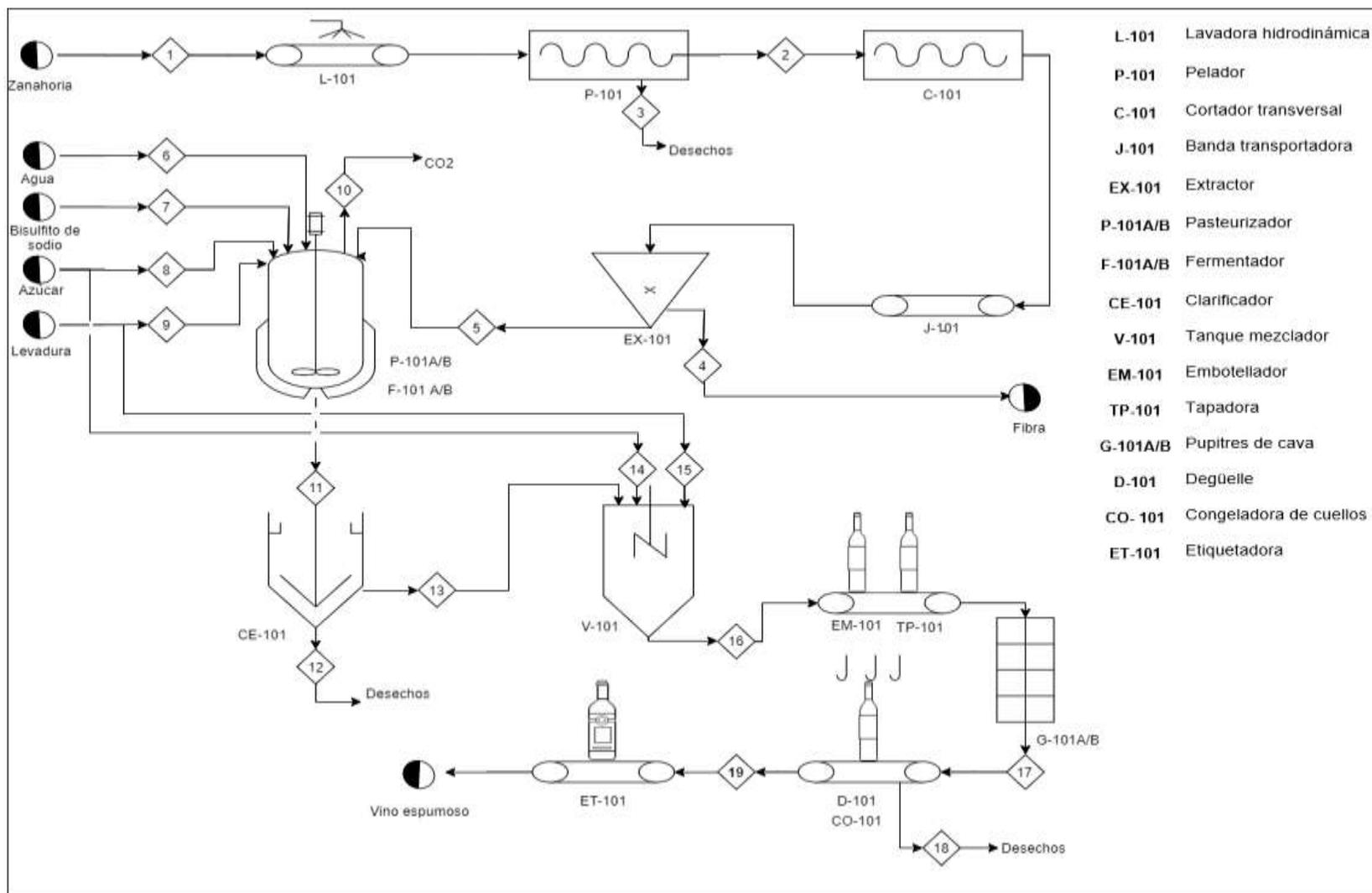
**Tabla 27.***Descripción de las corrientes del proceso*

<b>Corriente</b>	<b>Descripción</b>	<b>Corriente</b>	<b>Descripción</b>
F1	Zanahoria residual	F11	Vino de zanahoria
F2	Zanahoria sin cascara	F12	Vino de zanahoria claro
F3	Cascaras y tallos	F13	Bisulfito y levadura muerta
F4	Fibra de la zanahoria	F14	Azúcar
F5	Jugo de zanahoria	F15	Levadura
F6	Agua	F16	Vino de zanahoria
F7	Bisulfito de sodio	F17	Vino espumoso de zanahoria
F8	Azúcar	F18	Levadura muerta
F9	Levadura	F19	Vino espumoso de zanahoria para consumo
F10	CO <sup>2</sup>		

**Nota.** En esta tabla se muestra la descripción de cada corriente del proceso de obtención de vino espumoso, esta tabla es perteneciente al diagrama de flujo de bloques del proceso.

**Figura 25.**

*Diagrama de flujo de proceso para la obtención de vino espumoso a partir de residuos de zanahoria*



**Nota.** En esta figura se muestra el diagrama de flujo de proceso de la obtención de vino espumoso propuesto en el proyecto.

**Tabla 28.**

*Especificaciones y propiedades de las corrientes de la obtención del vino espumoso a partir de residuos de zanahoria*

Corriente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Temperatura (°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Presión (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Densidad (g/ml)	-	-	-	-	1,02	1	-	-	-	-	0,96	-	0,96	-	-	0,96	0,94	-	0,94
Flujo (kg/lote)	350	262,50	87,50	56,44	206,06	202,02	0,05	42,03	0,10	84,07	450,27	0,14	450,13	5,63	0,04	455,57	456,66	0,03	456,62
<b>Componentes</b>																			
Zanahoria (kg/lote)	350	262,50	0	0	206,66	0	0	0	0	0	206,06	0	206,06	0	0	206,06	201,77	0	201,77
Agua (l/lote)	0	0	0	0	0	202,02	0	0	0	0	159,99	0	159,99	0	0	159,99	151,37	0	151,37
Bisulfito de sodio (kg/lote)	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0	0
Azúcar (kg/lote)	0	0	0	0	0	0	0	42,03	0	0	0	0	0	5,63	0	5,40	0	0	0
Levadura (kg/lote)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0,04	0	0,04	0,03	0
Fibra (kg/lote)	0	0	0	56,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desechos (kg/lote)	0	0	87,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO <sup>2</sup> (kg/lote)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,07	0	0	0	0	0	0	10,58	0	10,58
Etanol (kg/lote)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,07	0	0	0	0	84,07	92,89	0	92,89
Vino (l/lote)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	469,03	-	468,89	-	-	474,55	-	-	-
Vino espumoso (l/lote)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	474,55	-	474,55

**Nota.** En la tabla se presentan las descripciones de las condiciones de proceso y los compuestos presentes en cada corriente del proceso, esta tabla es perteneciente al diagrama de flujo de proceso.

## **5.5 Resumen del capítulo**

Se realiza el escalado por lotes del proceso de obtención de vino espumoso con el fin de realizar en el siguiente capítulo un análisis de costos, tomando como base de cálculo 350 kg de zanahoria alimentada en la primera etapa del proceso. Luego de realizados los balances de materia en cada operación unitaria finalmente se obtuvo 474,55 litros de vino espumoso, resultando así, 632 botellas por lote con capacidad de 750 ml de vino espumoso. Finalizando con los diagramas de flujo de bloques y flujo de procesos, incluyendo la descripción de las condiciones de proceso y sus componentes en cada corriente.

## **6. ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA OBTENCIÓN DE VINO ESPUMOSO**

Con el fin de evaluar la factibilidad económica del proyecto y su posible implementación, en este capítulo se presenta el análisis financiero relacionado con los costos de producción de vino espumoso a una escala superior tomando como base de cálculo 350 Kg/lote de zanahoria residual. A continuación, se determina la inversión requerida para la implementación de las unidades, inversiones diferidas y el capital de trabajo usado para la puesta en marcha. Con un horizonte de planeación definido como cinco años, se finaliza con el flujo de caja operativo y los indicadores financieros que evalúan el rendimiento obtenido.

### **6.1 Determinación de costos e inversiones**

Las inversiones del proyecto son los recursos económicos que se requieren para iniciar la operación y que contablemente se conoce como el capital. Esta inversión está determinada por los recursos usados en la adquisición de los elementos que conforman la propiedad, planta y equipo, la inversión diferida y el capital de trabajo necesario para la operación. Los recursos invertidos están destinados a generar un flujo de beneficios para el proyecto o incrementar el patrimonio del mismo, por tanto, es de suma importancia conocerlos en el inicio de un nuevo proyecto.

#### **6.1.1 Propiedad, planta y equipo**

Son todos los activos tangibles que el proyecto usa para desarrollar su proceso de producción durante más de un periodo. Conforman este valor, los bienes que se adquieren para apoyar el funcionamiento del proceso como maquinaria y equipos, vehículos, muebles y enseres, instalaciones y otros.

Para el desarrollo de este proyecto es necesario la compra de equipos para la producción de vino espumoso de acuerdo con las cuantías dadas en el balance de materia, las cuales se establecieron como 350 Kg de materia prima por lote y considerando lotes de producción de la misma magnitud. Cabe resaltar que los equipos cotizados tienen un sobredimensionamiento por requerimientos técnicos en el uso de los equipos y por proyecciones positivas en el crecimiento del proceso dada la vida útil de la maquinaria. Los equipos que se deben adquirir, la cantidad necesaria y el precio total son mostrados en la *tabla 29*.

**Tabla 29.***Equipos necesarios para la producción de vino espumoso*

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO (COP)</b>
Lavadora hidrodinámica de frutas y verduras	1	\$9.245.000
Pelador de zanahorias	1	\$3.830.000
Procesador de vegetales	1	\$4.500.000
Extractora de zumo	1	\$4.440.000
Fermentador 1000lt	2	\$13.460.000
Filtro clarificador	1	\$1.150.000
Tanque mezclador	1	\$6.000.000
Embotelladora	1	\$2.220.000
Tapadora	1	\$2.850.000
Etiquetadora	1	\$2.290.000
Congelador de cuellos	1	\$12.000.000
Pupitres de cava	10	\$11.210.000
Degüelle	1	\$1.650.000
Camión	1	\$40.000.000
Muebles y enseres	1	\$4.000.000
Computador	1	\$1.500.000
Estibas	24	\$340.000
	<b>PRECIO TOTAL:</b>	<b>\$120.685.000</b>

**Nota.** En esta tabla se muestran los equipos necesarios para el proceso, identificando su cantidad y el precio en pesos colombianos.

### **6.1.2 Inversión diferida**

Son las inversiones realizadas en los bienes y servicios intangibles que no intervienen directamente en la producción, pero si son indispensables para el proyecto, sobre todo en el periodo previo a la operación de este. Entre ellos están los gastos de instalación, la constitución de la empresa, licencias de funcionamiento, estudios técnicos, capacitación del personal, entre otros. Los costos de la inversión diferida mostrados en la *tabla 30*, se ven reflejados en los primeros cuatro meses del desarrollo del proyecto donde la organización se constituye, en este caso representan el 9,47% sobre el total de la propiedad, planta y equipo.

**Tabla 30.**

*Costos de inversión diferida*

<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR</b>
Constitución legal de la empresa	\$ 180.000
Estudios y/o investigación	\$ 4.630.000
Gastos de organización	\$ 920.000
Puesta en marcha	\$ 800.000
Gastos de instalación	\$ 2.800.000
Asistencia técnica	\$ 600.000
Imprevistos	\$ 1.500.000
<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 11.430.000</b>

**Nota.** En esta tabla se identifican los costos de inversión diferida presentadas para el dar inicio al proyecto.

### **6.1.3 Capital de trabajo**

Son los recursos necesarios en forma de activos corrientes para la operación normal del proyecto en la producción y comercialización de bienes y servicios, es decir, el capital inicial que financia la producción antes de empezar a percibir ingresos. Está conformado principalmente por el dinero para disponer de un inventario inicial del producto terminado, inventario de materia prima para iniciar el proceso productivo y del dinero para asegurar los gastos fijos del proyecto durante el tiempo necesario estimado para que se normalice su operación.

6.1.3.a Materia prima. Para este proyecto la materia prima principal es la zanahoria residual la cual tiene la ventaja de tener un bajo precio por no ser comúnmente comercializada, la mayor parte de su costo está dado por el precio del transporte. Por otro lado, los insumos necesarios para la producción de vino se basan en la adición de azúcar, levadura y bisulfito de sodio, el envase, corcho y etiqueta cuyo aumento porcentual de precio en la proyección de años está dado por la inflación. El valor de la materia prima por lote se presenta en la *tabla 31*.

**Tabla 31.***Costos de materia prima por lote de producción*

CONCEPTO	PRECIO	CANTIDAD POR LOTE	PRECIO POR LOTE
Zanahoria (Kg)	\$300	350,00	\$105.000
azúcar (Kg)	\$3.500	47,66	\$166.808
Levadura (Kg)	\$47.000	0,14	\$6.558
Bisulfito de sodio (Kg)	\$58.000	0,05	\$2.840
Botella y corcho (und)	\$2.000	632	\$1.264.000
Etiqueta	\$250	632	\$158.000
<b>INVERSION DE MATERIA PRIMA POR LOTE</b>			<b>\$ 1.703.206</b>

**Nota.** Esta tabla representa los costos de la materia prima, describiendo el precio, la cantidad por lote, su precio por lote y la inversión total por lote de materia prima.

6.1.3.b Mano de obra. Para la producción de un lote de vino espumoso, se requiere de tres operarios encargados de operar las máquinas y del transporte interno de productos y materiales, además de un jefe de producción que supervisa y coordina las actividades por lote producido. En cuanto a la nómina administrativa, se establece un gerente general y una secretaria los cuales conjuntamente realizan la dirección del proyecto.

El salario del personal requerido para el proyecto se obtiene con base al salario mínimo legal vigente mensual S.M.L.V en Colombia para el año 2021 sin tener en cuenta el subsidio de transporte dado a los que devengan menos de dos S.M.L.V; se presenta la proyección a cinco años con el promedio del incremento en el salario en los últimos cinco años que corresponde a 5,68%, sin embargo, este aumento porcentual se puede ver afectado por muchos factores económicos globales causados por la pandemia. El incremento anual se ve registrado en la *tabla 32*. [56]

**Tabla 32.**

*Incremento anual del S.M.L.V*

% incremento S.M.L.V (5.68%)	
Año	S.M.L.V (\$/mes)
2021	\$908.526
2022	\$960.130
2023	\$1.014.666
2024	\$1.072.299
2025	\$1.133.205
2026	\$1.197.571

**Nota.** En esta tabla se muestra el incremento anual del salario mínimo legal vigente correspondiente al 5,68% en los próximos 5 años.

Con base en la *tabla 33* y de acuerdo con los salarios devengados por los trabajadores del proyecto en la cual los operarios reciben el salario básico, la secretaria 1,5 veces el S.M.L.V, 2,2 veces para el jefe de producción y 3,8 veces para el gerente general; es posible calcular el costo total por año de la nómina para el proyecto.

**Tabla 33.**

*Costo total de nómina por año*

Año	Nomina (COP)
2022	\$109.454.852
2023	\$115.671.887
2024	\$122.242.050
2025	\$129.185.399
2026	\$136.523.129

**Nota.** La tabla demuestra el costo total de nómina de los empleados por cada año en los próximos 5 años.

6.1.3.c Costos indirectos de fabricación. Corresponde al uso de servicios para el funcionamiento de los equipos como la energía, agua, alcantarillado y gas que, aunque no se pueden medir de forma proporcional al producto final, son sumamente necesarios para el funcionamiento correcto del proceso. Para este proyecto,

principalmente se hace uso de una cantidad aproximada de 1 m<sup>3</sup> de agua y 35 KW/h de consumo de energía por lote de producción, los cuales basados en las tarifas de las empresas prestadoras del servicio y con base a proyecciones dadas por la inflación, se presentan los costos anuales en cuanto a los servicios para el proyecto. Además, se tiene en cuenta el valor de los insumos de fábrica para poder operar y se ve reflejado en la *tabla 34*. [57] [58]

**Tabla 34.**

*Costos anuales de servicios públicos*

<b>Año</b>	<b>Costo servicios (COP)</b>
2021	\$3.659.841
2022	\$3.832.952
2023	\$4.014.251
2024	\$4.204.125
2025	\$4.402.980
2026	\$4.611.241

**Nota.** En esta tabla se identifican los costos por año presentados por los servicios público, se estiman hasta los próximos 5 años.

## **6.2 Flujo de caja**

Hace referencia a los movimientos de dinero que tiene el proyecto durante un periodo determinado y con esto la generación de efectivo que consigue, lo cual se relaciona con la rentabilidad general del proyecto. En este caso se trabaja sobre estimados en un horizonte de planeación de 5 años, tiempo en el cual se concibe, desarrolla y completa el intervalo de tiempo requerido para poder evaluar los indicadores de viabilidad financiera del proyecto.

### **6.2.1 Ingresos**

Se refiere al incremento de los recursos económicos generalmente por la venta de bienes o por la prestación de un servicio. Para este proyecto la fuente principal de los ingresos es la venta de botellas en presentación de 750 ml de vino espumoso cuyo valor de venta está relacionado con los costos de producción más un margen de utilidad acorde para cubrir la operación y utilidades de los inversores. Además, se

estima de forma que sea competitivo frente a los vinos comercializados por almacenes de cadena como Jumbo y Éxito, ya que es en estos donde se encuentran vinos tanto nacionales como importados.

El precio de venta en cada año aumenta en función de la inflación estimada en 4,78%, mientras que el aumento en las botellas de vino producidas, solo se estima en 3% por la optimización en el uso de los equipos. En la *tabla 35* se presentan los ingresos totales anuales por la venta de las botellas de producto terminado.

**Tabla 35.**

*Ingresos anuales*

<b>Año</b>	<b>Unidades producidas</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>Ingresos</b>
2022	24043	\$17.995	\$432.657.142
2023	24764	\$18.401	\$455.690.866
2024	25507	\$18.817	\$479.967.121
2025	26272	\$19.243	\$505.540.633
2026	27060	\$19.678	\$532.487.947

**Nota.** La tabla muestra los ingresos anuales, dados por las unidades producidas y el precio de venta de las mismas a lo largo de los próximos 5 años.

### **6.2.2 Depreciación**

Corresponde al desgaste y pérdida de valor que sufre un activo al ser usado para generar los ingresos, el cual debe ser reconocido ya que posibilita una provisión para reemplazar los equipos sin llegar a afectar la liquidez del proyecto. En este caso, se establece una depreciación de 5 años para todos los equipos adquiridos que generan un valor total anual de \$14.970.000 COP.

### **6.2.3 Financiación**

Se refiere al medio por el cual el proyecto se dota de dinero para poder llevarse a cabo, el cual consiste en un crédito otorgado por una entidad financiera. En este proyecto con el fin de tener parte de la inversión inicial, se opta por la financiación de

un valor de \$100.000.000 por un periodo de 5 años a una tasa de 18% E.A. A continuación, en la *tabla 36* se muestra la financiación.

**Tabla 36.**

*Tabla de amortización*

<b>Tabla de amortización</b>					
<b>Periodo</b>	<b>Saldo anterior</b>	<b>Interés</b>	<b>Pago</b>	<b>A. Capital</b>	<b>Nuevo saldo</b>
<b>1</b>	\$100.000.000	\$18.000.000	\$31.977.784	\$13.977.784	\$86.022.216
<b>2</b>	\$86.022.216	\$15.483.999	\$31.977.784	\$16.493.785	\$69.528.430
<b>3</b>	\$69.528.430	\$12.515.117	\$31.977.784	\$19.462.667	\$50.065.764
<b>4</b>	\$50.065.764	\$9.011.837	\$31.977.784	\$22.965.947	\$27.099.817
<b>5</b>	\$27.099.817	\$4.877.967	\$31.977.784	\$27.099.817	\$0

**Nota.** En la tabla se describe el calendario de pagos por 5 años que se tiene que afrontar al conceder la financiación para el proyecto.

#### **6.2.4 Flujo de caja**

Con base a los cálculos previamente realizados en cuanto a los ingresos del proyecto, costos de producción, gastos de administración, depreciación, financiación y otros, se establece el flujo de caja que permite posteriores análisis de viabilidad financiera, el cual se presenta en la *tabla 37*.

**Tabla 37.***Flujo de caja del proyecto*

Concepto	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$432.657.142	\$455.690.866	\$479.967.121	\$505.540.633	\$532.487.947
Costo de produccion		\$205.219.010	\$216.081.179	\$227.522.696	\$239.574.686	\$252.269.957
<b>UTILIDAD BRUTA</b>		<b>\$227.438.132</b>	<b>\$239.609.687</b>	<b>\$252.444.424</b>	<b>\$265.965.947</b>	<b>\$280.217.989</b>
Gastos administracion		\$118.806.336	\$124.485.279	\$130.435.675	\$136.670.500	\$143.203.350
Depreciacion activos		\$14.970.000	\$14.970.000	\$14.970.000	\$14.970.000	\$14.970.000
Amortizacion a diferidos		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>		<b>\$93.661.796</b>	<b>\$100.154.408</b>	<b>\$107.038.749</b>	<b>\$114.325.446</b>	<b>\$122.044.639</b>
Gastos financieros		\$18.000.000	\$15.483.999	\$12.515.117	\$9.011.837	\$4.877.967
<b>UTILIDAD ANTES IMPUESTOS</b>		<b>\$75.661.796</b>	<b>\$84.670.410</b>	<b>\$94.523.632</b>	<b>\$105.313.609</b>	<b>\$117.166.672</b>
Impuesto de renta (32%)		\$24.211.775	\$27.094.531	\$30.247.562	\$33.700.355	\$37.493.335
<b>UTILIDAD DESPUES IMPUESTO</b>		<b>\$51.450.021</b>	<b>\$57.575.879</b>	<b>\$64.276.069</b>	<b>\$71.613.254</b>	<b>\$79.673.337</b>
Amortizacion credito		\$13.977.784	\$16.493.785	\$19.462.667	\$22.965.947	\$27.099.817
<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>\$37.472.237</b>	<b>\$41.082.093</b>	<b>\$44.813.403</b>	<b>\$48.647.307</b>	<b>\$52.573.520</b>
<b>INVERSIONES</b>						
Activo fijo	\$120.685.000					
Activos diferidos	\$11.430.000					
Capital trabajo	\$0					
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-\$132.115.000</b>	<b>\$37.472.237</b>	<b>\$41.082.093</b>	<b>\$44.813.403</b>	<b>\$48.647.307</b>	<b>\$52.573.520</b>

**Nota.** La tabla muestra en detalle el informe financiero que presenta todos los flujos del proyecto con un horizonte de 5 años.

El proyecto arroja flujos positivos desde el primer año de funcionamiento en adelante los cuales irán en aumento, sin embargo, se requiere de indicadores para analizar la viabilidad de este.

### 6.3 Indicadores de viabilidad financiera

Este proyecto de inversión con retorno económico tiene como fin generar una rentabilidad al inversionista sobre el valor dispuesto para la ejecución del mismo, los cuales son medidos en términos de generación de efectivo mediante los flujos de caja. De esta forma, los indicadores de viabilidad financiera son la herramienta que facilita un pronóstico del proyecto por la evaluación al desarrollo económico a través de la interpretación de los resultados obtenidos en el flujo de caja con el horizonte planeación establecido. En este caso se evalúa los indicadores de valor presente neto (VPN) bajo una tasa interna de oportunidad (TIO) establecida y la tasa interna de retorno (TIR).

#### 6.3.1 Tasa interna de oportunidad (TIO)

Se refiere a la rentabilidad mínima que está dispuesto a aceptar el inversor de acuerdo con el riesgo tomado y el conocimiento sobre el proyecto, en otras palabras, el costo

de oportunidad que está dispuesto a pagar el inversionista al invertir en este proyecto y no en otros de su sector. Esta tasa de oportunidad es de carácter subjetivo dada su dependencia a las expectativas de cada inversionista, sin embargo, hay componentes a tener en cuenta para definir la tasa más adecuada.

Uno de estos componentes es la inflación la cual se viene considerando como 4,78% anual. La siguiente consideración es el análisis a una alternativa más segura como la que se tiene en el sector financiero que históricamente a través de los fondos de inversión, genera rentabilidades cercanas al 7,5% anual. Por último, se reconoce el riesgo al producir una alternativa nueva en un mercado competitivo como es la industria vinícola y la expectativa de estimar una rentabilidad mayor a la ofrecida por el sector financiero. De esta forma, para este proyecto se establece una tasa interna de oportunidad del 15% para cada año. [59]

### **6.3.2 Valor presente neto (VPN)**

Se trata de traer a valor presente los flujos de efectivo proyectados en una inversión, permitiendo evaluar la rentabilidad del proyecto después de haber recuperado la inversión. Se realiza con base a la tasa interna de oportunidad a partir de los ingresos y egresos totales y el total de la inversión realizada, es decir los flujos de caja netos. La VPN resta a los beneficios una vez descontados a valor presente con la TIO, los costos igualmente descontados a valor presente.

Para este proyecto se obtiene un valor presente neto de \$13.001.431 lo cual indica que, aun devolviendo la tasa mínima esperada por el inversionista, del proyecto se obtiene dicho valor en exceso. Por tanto, se observa la viabilidad que presenta el proyecto con la tasa de retorno establecida y los valores proyectados en el horizonte de planeación.

### **6.3.3 Tasa interna de retorno (TIR)**

Corresponde a la tasa de interés que renta el dinero invertido en el proyecto, es decir, el porcentaje que se obtiene o se pierde en una inversión para las cantidades que se mantienen en el proyecto. Para los flujos de caja neto dados, se obtiene una tasa interna de retorno con un valor de 19,4%, lo cual arroja un escenario favorable al ser superior a la tasa mínima esperada del 15%. De esta forma, se aprueba la viabilidad

del proyecto al presentar una rentabilidad mayor a la esperada la cual se traduce en ganancias para los inversionistas.

#### **6.4 Resumen de capítulo**

Con base al escalado previo, en este capítulo se realiza el análisis de viabilidad financiera para la ejecución del proyecto a una escala superior. Una vez se estableció el flujo de caja relacionado con el valor de los costos, los ingresos y gastos proyectados para cada año, se analizaron los indicadores de viabilidad financiera bajo una tasa interna de oportunidad establecida por los inversionistas del 15%. Del análisis fue posible deducir la factibilidad del proyecto ya que luego de retornar lo esperado por los inversionistas, se obtiene una rentabilidad de \$13.001.431, además de una tasa de retorno del 19,4%, superior a la exigida para el proyecto.

## 7. CONCLUSIONES

A partir de la revisión bibliográfica sobre las características fisicoquímicas de la zanahoria, fue posible identificar el contenido de azúcares reductores, acidez valorable, pH y grados brix ideales para llevar a cabo la fermentación alcohólica, los cuales se cumplen a satisfacción en la hortaliza.

Por medio de la medición de parámetros como acidez titulable, pH y grados brix a una muestra de zanahoria residual, se determinó que estos residuos cumplen con las mismas características favorables de una zanahoria comercial, al obtener una acidez de 0,06%, pH de 4,53 y 11,4 grados brix, haciéndola apta como materia prima principal en la producción de vino espumoso.

Se conocieron las características que se deben asegurar en el mosto para el proceso fermentativo con base en información bibliográfica, los cuales sirvieron como guía en la puesta en marcha de la elaboración experimental del vino de zanahoria. Se estableció un valor de 18 grados brix para iniciar la fermentación, de forma que se agregó una cantidad de 103 g/l de azúcar de mesa, además de la adición de 0,12 g/l de bisulfito de sodio y 0,25 g/l de levadura. En la etapa de pasteurización se definió una temperatura de 75° C y para la inoculación de la levadura de 32°C.

Se realizó un diseño de experimentos de un factor con dos niveles mediante tres replicas, estableciendo la concentración de jugo de zanahoria en el mosto como factor, un nivel puro de 100% y el otro diluido en agua al 50%, con el fin de identificar cuál de ellos cumple con los requisitos mínimos exigidos, correspondiente a un valor entre 5 y 8 grados brix y porcentaje alcohólico mínimo de 6 en el vino base. Se observa una ventaja en el nivel del 50% de jugo en el mosto al ser una alternativa más económica respecto al del 100%, a pesar de que los dos niveles cumplieron con los requisitos exigidos. Se consiguió un vino con 5,2 grados brix y un grado alcohólico de 9%.

Se obtuvo un vino espumoso partiendo del lote 2 resultante del diseño de experimentos, al cual se le identificaron sus características fisicoquímicas y microbiológicas. A partir de este análisis fue posible identificar el cumplimiento de los parámetros en cuanto a la NTC 1588 a excepción de pH, con una posible corrección

de ácido ascórbico. Además, dada la falta de asepsia en la elaboración de forma casera del vino espumoso, el lote 2 no se considera apto para consumo humano puesto que supera el límite permisible de calidad en los requisitos microbiológicos reglamentados por la NTC 404.

Se analizaron los costos asociados a la ejecución del proyecto con base a un escalado, el cual parte de una base de cálculo de 350 kg de alimentación de residuos de zanahoria por lote, resultando la producción de 474,55 litros de vino espumoso, representados en 632 botellas de producto terminado. Se identifica la propiedad, planta y equipo, la inversión diferida y el capital de trabajo como los costos relacionados a la inversión inicial del proyecto. Por otro lado, a partir de estimados a cerca de los ingresos y egresos, fue posible determinar la viabilidad financiera del proyecto al obtener un VPN positivo de \$13.001.431 y basados en una expectativa del 15% de los inversionistas, una tasa de retorno TIR superior (19,4%).

## BIBLIOGRAFIA

- [1] P. Ávila, "Manual Zanahoria," *Programa apoyo Agric. y Agroindustrial 2015*, vol. 1, no. Apoyo Agrícola, pp. 1–50, 2015, [En línea]. Disponible: <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14309/Zanahoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [2] A. O. Cardona, "La Producción Estimada De La Zanahoria Alcanzó Récord Nacional En El Último Año," *Agronegocios*. p. 1, 2018, [En línea]. Disponible: <https://www.agronegocios.co/agricultura/cual-es-la-produccion-de-zanahoria-en-colombia-2756359>
- [3] F. O. de Nobile, J. A. Galbiatti, R. I. Muraishi, and T. B. Spadoni, "BIOFERTILIZANTE E ADUBAÇÃO MINERAL NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA CEBOLA (ALLIUM CEPA L.) IRRIGADO COM DUAS LÂMINAS DE ÁGUA," *Nucleus*, vol. 9, no. 1, pp. 27–34, Apr. 2012, doi: 10.3738/1982.2278.562. [Acceso: 12, ene, 2021]
- [4] C. Reina and J. Bonilla, *Manejo postcosecha y evaluación de calidad de zanahoria (Daucus carota L.) que se comercializa en la ciudad de Neiva*, p. 83, 1997. [PDF]. Disponible: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4697/2/Manejo%20postcosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20Zanahoria.pdf>
- [5] Planfor.es, Zanahoria Chantenay con corazón rojo. [En línea]. Disponible: [https://www.planfor.es/compra,zanahoria-chantenay-con-corazon-rojo,G003,ES#:~:text=Zanahoria%20Chantenay%20con%20coraz%C3%B3n%20rojo%20%2D%20Daucus%20carotta%20\(lat%C3%ADn\),Profundo%2C%20rico%20y%20bastante%20ligero](https://www.planfor.es/compra,zanahoria-chantenay-con-corazon-rojo,G003,ES#:~:text=Zanahoria%20Chantenay%20con%20coraz%C3%B3n%20rojo%20%2D%20Daucus%20carotta%20(lat%C3%ADn),Profundo%2C%20rico%20y%20bastante%20ligero).
- [6] DANE, "(Cundinamarca) y Características relevantes en el cultivo de la zanahoria (Daucus carota L.) en Colombia y estudios de caso sobre costos de producción en los municipios de Madrid Ventaquemada (Boyacá)," *Boletín Mens. INSUMOS Y FACTORES Asoc. A LA Prod. Agropecu.*, vol. 60, p. 100, 2017.
- [7] P. Almeida and M. Zambrano, *Elaboración de jugo, pasta y polvo de zanahoria*. p. 154, 2007, [En línea]. Disponible: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2725>.
- [8] D. Otálora Orrego, *Evaluación de la factibilidad técnico-financiera para el*

- proceso de extracción de  $\beta$ -caroteno partiendo de desechos de zanahoria variedad chantenay (Daucus carota L.), tesis pre. Facultad de Ingenierías, Fundación Universidad de América, Bogotá, Colombia, 2019.*
- [9] C. A. Carranza Duran, *Reaccion fenologica y agronomica de dos cultivares de zanahoria ( Daucus carota ) a la inoculación de cepas de micorriza en campo* tesis pre. Facultad de ciencias agropecuarias, Escuela Politecnico del Ejercito, Sangolquí, Ecuador, 2006..
- [10] P. Morales, *Cultivo de zanahoria*, Boletín técnico No. 23. 1995. [PDF]. Disponible: <http://190.167.99.25/digital/zanahoria.pdf> . Acceso: Feb 20,2021
- [11] ICONTEC, “NTC 1226. *Frutas y Hortalizas Frescas. Zanahoria*, 1994.
- [12] OEC - El Observatorio de la Complejidad Económica, “Zanahorias y nabos, frescos o refrigerados.” [Online]. Available: <https://oec.world/en/profile/hs92/20901/>.
- [13] Dirección de Cadenas Agrícolas, *Cadena de las Hortalizas, Minagricultura*, p. 22, 2019.
- [14] ICONTEC, “NTC 708 Bebidas alcohólicas: vinos de frutas,” *Norma Técnica Colomb.*, p. 8, 2000, [En línea]. Disponible: [https://kupdf.net/download/ntc-708-vinos-de-frutas\\_5b29e65ee2b6f5ec32a03c7f\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntc-708-vinos-de-frutas_5b29e65ee2b6f5ec32a03c7f_pdf).
- [15] F. Matei, *Technical Guide for Fruit Wine Production*. Elsevier Inc., 2017.
- [16] OIV, *Codigo Practicas Enológicas*, vol. 33, no. 0. 2016.[DOI] <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800850-8.00014-4>. Acceso: feb,27,2021
- [17] ICONTEC, “NTC 1588 Bebidas alcohólicas: vinos espumosos,” *Norma Técnica Colomb.*
- [18] J. C. Suarez Mora, “*Elaboración del Vino Espumoso ‘Cava Español’ por el Método Champenoise (Francés); sus Características y Cualidades que tiene este tipo de Vino.*”, pp. 1–65, monografía, Universsidad Autonoa Agraria, Buenavista, Mexico, 1999.
- [19] G. Silvestre, *Análisis sobre las enfermedades del vino y factibilidad para detectarlas en botella*, tesis pre, Facultad de Ingenierias, Intituto Tecnológico de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, 2010.
- [20] T. Jespersen, N. Kruse, T. Mehta, M. Kuwabara, L. Noureddine, and D. Jalal, “Light wine consumption is associated with a lower odd for cardiovascular disease in chronic kidney disease,” *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, vol. 28, no. 11, pp. 1133–1139, 2018, [DOI] 10.1016/j.numecd.2018.06.018.

- [21] A. Tverdal, S. Skurtveit, R. Selmer, R. Myhre, and D. Thelle, “Coffee and wine consumption is associated with reduced mortality from alcoholic liver disease: follow-up of 219,279 Norwegian men and women aged 30–67 years,” *Ann. Epidemiol.*, vol. 28, no. 11, pp. 753–758, 2018, doi: 10.1016/j.annepidem.2018.08.010.
- [22] J. M. Martinko, M. T. Madigan, and J. Parker, “Brock, biología de los microorganismos.” p. 1011, 2004.
- [23] A. Gonzales and L. Valenzuela, *Saccharomyces cerevisiae*, [En línea]. Disponible: <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap16/>.
- [24] A. T. Nasser, S. Rasoul-Amini, M. H. Morowvat, and Y. Ghasemi, “Single cell protein: Production and process,” *American Journal of Food Technology*, vol. 6, no. 2. pp. 103–116, 2011, [DOI] 10.3923/ajft.2011.103.116.
- [25] E. E. Fajardo Castillo and S. C. Sarmiento Forero, *Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de Saccharomyces cerevisiae*, tesis doctoral, Facultad de Ciencias Básicas, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá DC, Colombia, 2007.
- [26] Enrique Collado, *Levaduras y la fermentación alcohólica (II)*, Verema. p. 5, 2001, [En línea]. Disponible: <https://www.verema.com/blog/verema/500449-levaduras-fermentacion-alcoholica-ii>.
- [27] C. Suárez-Machín, N. A. Garrido-Carralero, and C. A. Guevara-Rodríguez, *Levadura Saccharomyces cerevisiae y la producción de alcohol*, *Rev. Invest. (Guadalajara)*, vol. 50, no. 1, pp. 20–28, 2016. [PDF] Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf> Acceso; mar,03,1021
- [28] International Organisation of Vine and Wine, “The Global Sparkling Wine Market,” *Focus OIV*, no. April, pp. 1–21, 2020. [PDF]. Disponible: <https://www.oiv.int/public/medias/7291/oiv-sparkling-focus-2020.pdf>. Acceso: mar,20,2021
- [29] Grupo Éxito, “Aumenta consumo de vino en Colombia durante el confinamiento | Grupo Éxito.” 2021, [En línea]. Disponible: <https://www.grupoexito.com.co/es/noticias-grupo-exito/aumenta-consumo-de-vino-en-colombia-durante-el-confinamiento>.
- [30] A. Gennari and J. Estrella, “Análisis del mercado del vino en países de Latinoamérica COLOMBIA 2015,” p. 25, 2015, [En línea]. Disponible: [https://www.tb.camcom.gov.it/uploads/CCIAA/Corsi/Atti/2015\\_06\\_23/Market\\_A](https://www.tb.camcom.gov.it/uploads/CCIAA/Corsi/Atti/2015_06_23/Market_A)

- nalysis\_Colombia.pdf.
- [31] Grupo Exito, “Consumo de vino registró alza en tiempos de pandemia | Economía | Portafolio.” 2020, [En línea]. Disponible: <https://www.portafolio.co/economia/consumo-de-vino-registro-alza-en-tiempos-de-pandemia-545846>.
- [32] P. A. Mancilla Blanco, “Análisis de la Producción de Vino Tipo Exportación en el municipio de Zapatoca, Santander,” 2019, [En línea]. Disponible: <http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2019/6tosimposio/ponencias-semilleros/55s.pdf>.
- [33] S. J. Jo, S. M. Oh, E. K. Jang, K. Hwang, and S. P. Lee, “Physicochemical properties of carrot juice fermented by *Leuconostoc mesenteroides* SM,” *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, vol. 37, no. 2, pp. 210–216, 2008, [DOI] 10.3746/jkfn.2008.37.2.210. Acceso:mar,23,2021
- [34] D. Rodrigo *et al.*, “Physicochemical characteristics and quality of refrigerated Spanish orange-carrot juices and influence of storage conditions,” *J. Food Sci.*, vol. 68, no. 6, pp. 2111–2116, 2003, [DOI] 10.1111/j.1365-2621.2003.tb07028.x. Acceso: mar,14,2021
- [35] Hernán Oswaldo Nieto Galarza, “Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando *Saccharomyces cerevisiae* y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol.,” *Dep. Ciencias la Vida Ing. en Biotecnol.*, pp. 001–142, (34), 2009, [En línea]. Disponible: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/990/1/T-ESPE-026782.pdf>.
- [36] Icontec, “Norma Técnica Colombiana 4623. Productos de frutas y verduras. Determinación de la acidez titulable.,” *NTC Norma Técnica Colomb.*, p. 6, 1999.
- [37] B. Elizondo, *Elaboración De Vino De Zanahoria Mediante Fermentación Alcohólica*, tesis pre, Facultad de Ingeniería, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2010.
- [38] El petit chef, *Cortar la zanahoria*. [En línea]. Disponible: <https://elpetitchef.com/tecnicas/cortar-la-zanahoria>
- [39] La noche en vino, “*Los sulfitos en el vino*. [En línea]. Disponible: <https://lanocheenvino.com/2017/10/31/los-sulfitos-en-el-vino/>
- [40] M. D. Tenorio Sanz *et al.*, “*El vino y su análisis*,” *Univ. Complut. Madrid*, vol. 1, pp. 42–45, 2014, [En línea]. Disponible: [http://eprints.ucm.es/29446/7/PIMCD Nº 243. ANEXO 1. E-BOOK- EL VINO Y SU ANÁLISIS.pdf](http://eprints.ucm.es/29446/7/PIMCD_Nº_243_ANEXO_1_E-BOOK-EL_VINO_Y_SU_ANÁLISIS.pdf).

- [41] INCONTEC, “Norma Técnica Colombiana 404. Frutas procesadas. Pulpas y jugos de frutas,” p. 10, 2016.
- [42] Consumer, “Salmonella y zanahorias.” [En línea]. Disponible: <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/salmonella-y-zanahorias.html> Acceso: jul,11,2021
- [43] Ministerio de salud y protección social, “Resolución 4142 de 2012.” .
- [44] Incalfer, *Lavadoras Modelo AL – Incalfer*. [En línea]. Disponible: <https://incalfer.com/lavadoras-modelo-al/> Acceso: may,30,2021
- [45] Exhibir, “Peladora de Papas Industrial en Exhibir Equipos Bogotá, Colombia.” . [En línea]. Disponible: <https://exhibirequipos.com/producto/peladora-papas-industrial/> Acceso: may,30,2021
- [46] Alibaba, “Cortador De Cubos Industrial,.” [En línea]. Disponible: [https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-cube-cutting-commercial-vegetable-dicer-carrot-onion-kiwi-fruit-apple-mango-vegetable-dicer-machine-1600104938745.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.2d1543dcTEUtVV](https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-cube-cutting-commercial-vegetable-dicer-carrot-onion-kiwi-fruit-apple-mango-vegetable-dicer-machine-1600104938745.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.2d1543dcTEUtVV) Acceso: may,30,2021
- [47] Alibaba, “Máquina Extractora Industrial De Zumo.” [En línea]. Disponible: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-quality-commercial-fruit-juice-making-machine-industrial-cold-press-juicer-extractor-machine-60711036200.html?spm=a2700.details.0.0.10c44353pY2qHT>. Acceso: may,30,2021
- [48] Alibaba, “Unidad de fermentado.” [En línea]. Disponible: [https://spanish.alibaba.com/product-detail/fermenters-fermenter-fermenters-62415420728.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_image.18902c6de719hW&s=p](https://spanish.alibaba.com/product-detail/fermenters-fermenter-fermenters-62415420728.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.18902c6de719hW&s=p). Acceso: may,30,2021
- [49] Alibaba, “Carcasa de filtros lenticulares.” [En línea]. Disponible: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/ts-filter-supply-stainless-steel-316l-12-or-16-disc-modules-lenticular-filter-housing-for-beer-and-wine-filtration-equipment-62553816767.html?spm=a2700.wholesale.maylikeexp.4.6b164920nyZqoH> Acceso: may,30,2021
- [50] Mercado libre, “Tanque Homogenizador Y Mezclador.” [En línea]. Disponible: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-615714500-tanque-homogenizador-y-mezclador-en-acero-inoxidable-digital->

- \_JM?searchVariation=81287449559#searchVariation=81287449559&position=1&search\_layout=stack&type=item&tracking\_id=da5a0bc3-3916-4b2c-8901-08fe98a647e5 Acceso: may,30,2021
- [51] Alibaba, “Máquina lavadora de botellas.” [En línea]. Disponible: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/good-quality-glass-bottle-filler-champagne-sparkling-alcohol-wine-filling-machine-price-62161092215.html?spm=a2700.details.0.0.778b778eIlLWLS> Acceso: may,30,2021
- [52] Alibaba, “Máquina De Sellado De Corcho.” [En línea]. Disponible: [https://spanish.alibaba.com/product-detail/new-arrival-semi-automatic-wine-cork-sealing-machine-1600151768564.html?spm=a2700.7724857.normal\\_offer.d\\_image.23682a5bFMMwRU](https://spanish.alibaba.com/product-detail/new-arrival-semi-automatic-wine-cork-sealing-machine-1600151768564.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.23682a5bFMMwRU). Acceso: may,30,2021
- [53] Tienda invia, “Pupitres de madera.” [En línea]. Disponible: <https://www.tiendainvia.com/es/removido-clarificaci%C3%B3n/2932-pupitres-de-madera-capacidad-80-botellas.html> Acceso: may,30,2021
- [54] Tienda invia, “Congelador de cuellos.” [En línea]. Disponible: <https://www.tiendainvia.com/es/congeladores-de-cuello/1925-congelador-de-cuellos-c3-15-20-botellas-hora.html> Acceso: may,30,2021
- [55] Tienda invia, “Pedestal de degüelle.” [En línea]. Disponible: <https://www.tiendainvia.com/es/deguelle/1930-pedestal-de-deg%C3%BCelle-inox.html> <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/salarios> Acceso: may,30,2021
- [56] B. de la República, “Salarios.” [En línea]. Disponible: <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/salarios> Acceso: may,30,2021
- [57] Codensa ENEL, “Tarifas de Energía,” 10-2018. 2018, [En línea]. Disponible: <https://www.enel.com.co/es/personas/tarifas-energia-enel-codensa.html%0Ahttps://www.enel.com.co/es/personas/tarifas-energia-enel-codensa.html%0Ahttps://www.codensa.com.co/hogar/tarifas>.
- [58] Acueducto, “Tarifas 2021.” [En línea]. Disponible: [https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/atencion-al-usuario/tarifas/tarifas\\_2021!/ut/p/z1/nZFN4NAEIZ\\_Sw8e68xuNrL0tgqxTUCzSV2LKWD2QjGDcZU-u8rKZQaJA2d2wzPOx\\_vAEEKVGcfpcna0tZZ1edv5L0vpMefQ8mjeMY56le2Zp](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/atencion-al-usuario/tarifas/tarifas_2021!/ut/p/z1/nZFN4NAEIZ_Sw8e68xuNrL0tgqxTUCzSV2LKWD2QjGDcZU-u8rKZQaJA2d2wzPOx_vAEEKVGcfpcna0tZZ1edv5L0vpMefQ8mjeMY56le2Zp)

FQTMycNhfA0wEyiTxCwQPU66W\_ipOALZkAukePg1Dor7g\_QQxj\_h\_970736  
W8AdLv9BuiC\_DgQejNErUOFUvSHiOk1MGLRyJChB39tMQcylc2\_H6bqfCIN  
UFPsiqZo3HPTI\_dtezw9Oehg13WusdZUhbu1BwfHJHt7aiEdknA8JEmSYvnyS  
Plnpx6-ABedpCs!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/Acceso: may,30,2021

- [59] Banco de la República, “Tasas de captación semanales y mensuales,” *Banco Central de Colombia*. 2016, [En línea]. Disponible: <http://www.banrep.gov.co/es/df>.

## GLOSARIO

**Azúcares reductores:** término químico para un azúcar que actúa como agente reductor y puede donar electrones a otra molécula. Estos azúcares naturales son también conocidos como hidratos de carbono, un macronutriente esencial.

**Chantenay:** variedad de zanahorias que son cortas y roncadas, con un sabor muy dulce y un color brillante.

**Coliformes:** conjunto de especies bacterianas que comparten determinadas características. Estos organismos suelen considerarse como indicadores de contaminación de la comida y del agua.

**Corcho:** tapón para botellas poroso e impermeable que se extrae de la corteza de algunos árboles, en especial del alcornoque.

**Cosecha:** trabajo que consiste en recoger un conjunto de frutos de la tierra en la época del año en que están maduros.

**Desviación:** diferencia entre un valor observado y el valor verdadero de una cantidad con significado estadístico.

**Enzima:** proteína soluble producida por las células del organismo, que favorece y regula las reacciones químicas en los seres vivos.

**Etanol:** alude al alcohol etílico, un líquido que se genera a partir de la fermentación alcohólica.

**Fermentador:** recipiente en el que se realiza el proceso de fermentación, en él se debe generar y mantener de forma estricta las condiciones idóneas.

**Fibra:** parte sólida en el proceso de extracción de jugo.

**Filtración:** separación de partículas sólidas de un líquido utilizando un material poroso llamado filtro.

**Fosforilación:** proceso mediante el cual se agrega un grupo de fosfato a una molécula, en este caso un azúcar.

**Fructosa:** hidrato de carbono simple que se encuentra en la fruta, es uno de los azúcares reductores principales presentes en la fruta.

**Glucosa:** azúcar reductor presente en la fruta, contiene seis átomos de carbono, y es una aldosa.

**Grados brix:** porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia. en frutas, este valor indica la cantidad de azúcar presente en el fruto.

**Lías:** precipitados que se forman durante su elaboración. estas suelen ser levaduras muertas, bacterias y ácidos grasos. de esta forma añaden complejidad al vino aportándole riqueza.

**Media muestral:** valor estadístico que se calcula a partir de la sumatoria de los valores de la muestra y dividirlo entre el número total de muestras.

**Media poblacional:** valor esperado o esperanza matemática de una variable aleatoria.

**Mesófilo:** organismo cuya temperatura de crecimiento óptima está entre los 20 y los 45°C.

**Mosto:** el término se aplica a toda solución azucarada, que se somete al proceso de fermentación y produce alcohol. se considera una de las primeras etapas para la elaboración de vino.

**Osmotolerante:** resistente o tolerante a altas concentraciones osmóticas, tales como altas concentraciones de azúcar.

**Pasteurización:** procedimiento que consiste en someter un alimento a una temperatura alta durante un tiempo determinado, con el fin de destruir microorganismos sin alterar la composición y cualidades del alimento.

**Poscosecha:** manejo adecuado para la conservación de productos agrícolas, con el fin de determinar la calidad y su posterior comercialización o consumo.

**Residuo:** subproducto que se genera en cualquier proceso productivo y usualmente no es de utilidad posterior como materia prima para la cadena de producción. Estos residuos pueden ser definidos como materiales en estado sólido o líquido obtenidos a partir del consumo de productos primarios, pero que pueden llegar a aprovecharse o transformarse para obtener otro producto con valor agregado económica, comercial o socialmente.

**Sacarosa:** azúcar que se encuentra en el jugo de muchas plantas y frutas, es un disacárido formado por glucosa y fructosa. este no tiene poder reductor.

**Sedimentación:** separación sólido - fluido, en la que las partículas sólidas se separan por acción de gravedad.

**Sustrato:** medio donde ciertos seres vivos desarrollan sus funciones vitales.

**Taxonomía:** proceso de designación de nombre y clasificación de animales y plantas en grupos en un sistema estándar, teniendo en cuenta sus similitudes o diferencias.

**Vino espumoso:** bebida alcohólica que se obtiene por fermentación del jugo de una fruta con alto porcentaje de dióxido de carbono como resultado de una segunda fermentación.

**Vereda:** camino estrecho destinada a la circulación de personas y animales.

**Zanahoria:** planta de cultivo que produce raíces de coloración naranja comestible como vegetal.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

**Figura 26.**

*Análisis microbiológicos presentados por el laboratorio Biopolímeros Industriales SAS*



**Nota.** En esta figura se muestra el analisis microbiologico realizado por el laboratorio Biopolímeros Industriales SAS, Biopolab. Concentración del 100% jugo, lote 2.

**Figura 27.**

Análisis microbiológicos presentados por el laboratorio Biopolímeros Industriales SAS




LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS. ISO/IEC 17025:2017 18-LAB-029

Código: F-ER-02  
Versión: 3  
Fecha: 15/12/2020

**RESULTADOS DE ANÁLISIS**

INFORME DE RESULTADOS N°:		62616	
CLIENTE:	NATALIA RUIZ	LUGAR DE RECOGIDA:	PLANTA PRODUCCIÓN
NIT:	10311784	COTIZACIÓN N°:	21-2242
TELÉFONO:	3057373156	FECHA FABRICACIÓN:	N.E
CONTACTO:	NATALIA RUIZ	FECHA VENCIMIENTO:	N.E
DIRECCIÓN:	CALLE 55 SUR N 24C 85	CANTIDAD (g/mL):	500mL
CIUDAD:	BOGOTÁ	FECHA DE MUESTREO:	13/05/2021
I.D. MUESTRA:	21-5751	FECHA DE RECEPCIÓN:	13/05/2021
ODS:	21-2928	TIPO DE EMPAQUE:	VIDRIO CLARO
PRODUCTO:	VINO 50%	TIPO DE MUESTRA:	VINOS
		ALMAC. CONTRAMUESTRA:	Análisis FQ: 15 días      Análisis MB: 15 días

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS. *Microbiología*

FECHA DE ANÁLISIS (dd/mm/yyyy)	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	INCERTIDUMBRE	LÍMITE CUANTIFICACIÓN	TÉCNICA ANALÍTICA	MÉTODO	NO SE COMPARA CONTRA NINGUNA NORMA	CONFORMIDAD
13/05/2021	Mesófilos aerobios/Aerobic mesophiles (O)	8760	UFC/g ó mL	301	-	Recuento de colonias	ISO 4833-1-2013	N.E	NO APLICA
13/05/2021	Coliformes Totales (O)	<10	UFC/g ó mL	NO APLICA	-	Recuento de colonias	ISO 4832-2006	N.E	NO APLICA
13/05/2021	Mohos y Levaduras (O)	615	UFC/g ó mL	40	-	Recuento de colonias	ISO 21527-1,2-2008	N.E	NO APLICA

(O) Contamos con acreditación ONAC, vigente a la fecha, con código de acreditación 18-LAB-029 bajo la norma ISO/IEC-17025:2017.  
\* Análisis subcontratados  
Formato fecha: dd/mm/yyyy

Los resultados de los análisis presentan una incertidumbre que ha sido estimada a través de la confirmación del método, dicha incertidumbre se tiene en cuenta para establecer la conformidad de un resultado. La regla de decisión aplicada por BIOPOLAB para establecer la conformidad de un resultado en comparación con una norma de referencia, se basa en la guía ILAC-G8:09/2019. Guía para establecer reglas de decisión, teniendo como punto base el numeral 4.1 Declaración Binaria de aceptación simple, donde la probabilidad de que el resultado este por fuera del límite de tolerancia puede ser hasta del 50% para los casos en que éste se encuentre en el límite establecido por la norma de referencia. "En el caso en que la regla de decisión no se ajuste a las necesidades o requerimientos del cliente, se establecerá una regla de decisión diferente de mutuo acuerdo".

**Nota.** En esta figura se muestra el analisis microbiologico realizado por el laboratorio Biopolímeros Industriales SAS, Biopolab. Concentración del 50% jugo, lote 2.

## **ANEXO 2.**

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar un proceso de hidrolisis a la zanahoria que pueda mejorar el aporte de azúcares reductores.

Analizar la viabilidad técnico-financiera en la producción de vino espumoso a partir de residuos de otras variedades de zanahoria.

Realizar vino sin la característica espumosa a partir de desechos de zanahoria.

Evaluar el uso de otros métodos existentes para otorgar el carácter espumoso en la bebida alcohólica.

Analizar la capacidad de otros residuos agroindustriales para la obtención de vino espumoso.

Asegurar la correcta desinfección y asepsia en cada uno de los equipos del proceso, así como las buenas prácticas de manipulación.