



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA
AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: EFECTO DE TRES CEPAS DE LEVADURA Y DOS TIPOS DE
MOSTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS
DEL VINO OBTENIDO A PARTIR DE MORTIÑO (*Vaccinium
floribundum* Kunth.)**

AUTOR: VELÁSQUEZ CASTELLANOS, ISAAC SEBASTIAN

DIRECTOR: ING. LARREA CEDEÑO, GABRIEL ALEJANDRO Mg.

SANGOLQUÍ

2018



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "*EFECTO DE TRES CEPAS DE LEVADURA Y DOS TIPOS DE MOSTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL VINO OBTENIDO A PARTIR DE MORTIÑO (Vaccinium floribundum Kunth.)*" fue realizado por el señor *Velásquez Castellanos, Isaac Sebastian* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 22 de octubre de 2018

Firma:

Ing. Larrea Cedeño Gabriel Alejandro Mg.

C. C. 1709635039



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Velásquez Castellanos, Isaac Sebastian*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *Efecto de tres cepas de levadura y dos tipos de mosto sobre las características físicas y químicas del vino obtenido a partir de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth.)* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 22 de octubre de 2018

Firma:

Velásquez Castellanos Isaac Sebastian

C.C. 1723355168



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

*Yo, Velásquez Castellanos, Isaac Sebastian, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación **Efecto de tres cepas de levadura y dos tipos de mosto sobre las características físicas y químicas del vino obtenido a partir de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.)** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.*

Sangolquí, 22 de octubre de 2018

Firma


Velásquez Castellanos Isaac Sebastian

C.C. 1723355168

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mi camino y darme la vida

A mi madre Blanca, por sus consejos, por su ejemplo de vida y sobre todo por su amor incondicional.

A mi padre Carlos, por su ejemplo de trabajo, por sus valores y brindarme siempre su sabiduría

A mis hermanos que han sido ejemplo de responsabilidad, esfuerzo, y me han apoyado en cada etapa de mi vida.

A mis sobrinos que, con su ternura, y su alegría iluminan mis días.

A todos mis amigos y maestros con los que he compartido experiencias y aprendizajes.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por su apoyo moral y económico para poder realizar este trabajo.

A la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, extensión IASA I y sus maestros, quienes guiaron mi formación profesional y me transmitieron sus conocimientos.

A la fábrica de elaboración de vino de mortiño “El Último Inca”, quien me abrió las puertas y me dio todas las facilidades para poder realizar este estudio.

A los miembros de la comunidad de Quinticusig y trabajadores de la fábrica de elaboración de vinos, por su hospitalidad, por su tiempo, por su apoyo y por su guía.

Al Ing. Gabriel Larrea, director de tesis, por sus consejos, sugerencias, aportes y correcciones en el presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN i

AUTORÍA DE RESPONSABILIDADiii

AUTORIZACIÓN iv

AGRADECIMIENTO v

ÍNDICE DE CONTENIDOS vi

ÍNDICE DE TABLAS ix

ÍNDICE DE FIGURAS xii

RESUMEN xiv

ABSTRACT xv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes..... 1

1.2 Justificación 3

1.3 El problema 4

1.4 Los efectos 4

1.5 Las causas 4

1.6 Objetivos..... 5

1.6.1 Objetivo General 5

1.6.2 Objetivos específicos..... 5

1.7 Hipótesis 5

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) 6

2.1.1 Generalidades 6

2.1.2 Taxonomía 6

2.1.3 Descripción botánica 7

2.1.4 Usos 7

2.1.5 Valor antioxidante 8

2.1.6 Propiedades nutricionales 9

2.2 Bebidas alcohólicas 9

2.2.1 Vinos..... 10

| | | |
|-------|--|----|
| 2.2.2 | Vinos en el mundo..... | 10 |
| 2.2.3 | Clasificación de los vinos | 11 |
| 2.2.4 | Vino de frutas | 12 |
| 2.2.5 | Industria de vino en Ecuador | 12 |
| 2.2.6 | Elaboración del vino de frutas | 13 |
| 2.3 | Levaduras | 16 |
| 2.3.1 | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | 17 |
| 2.3.2 | Levadura de pan (Levadura Activa Seca Levapan®)..... | 18 |
| 2.3.3 | Cepa SafAle T-58 | 18 |
| 2.3.4 | Cepa SafAle S-04 | 18 |
| 2.4 | Propiedades físico-químicas de los vinos | 19 |
| 2.4.1 | °Brix | 19 |
| 2.4.2 | pH..... | 19 |
| 2.4.3 | Acidez..... | 19 |
| 2.4.4 | Color..... | 20 |
| 2.5 | Análisis organoléptico | 21 |
| 2.5.1 | Fase visual | 21 |
| 2.5.2 | Fase olfativa..... | 22 |
| 2.5.3 | Fase gustativa | 22 |
| 2.5.4 | Ficha de cata | 22 |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

| | | |
|-------|---------------------------------|----|
| 3.1 | Ubicación..... | 23 |
| 3.1.1 | Ubicación política..... | 23 |
| 3.1.2 | Ubicación geográfica..... | 23 |
| 3.1.3 | Ubicación ecológica | 24 |
| 3.1.4 | Condiciones de laboratorio..... | 24 |
| 3.2 | Materiales | 24 |
| 3.2.1 | Insumos..... | 24 |
| 3.2.2 | Equipos | 24 |
| 3.2.3 | Reactivos | 24 |
| 3.3 | Metodología..... | 25 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.3.1 | Procesos de pre-fermentación..... | 25 |
| 3.3.2 | Proceso de fermentación..... | 28 |
| 3.3.3 | Proceso de post-fermentación..... | 29 |
| 3.3.4 | Determinación del grado alcohólico..... | 31 |
| 3.3.5 | Determinación del color del vino | 32 |
| 3.3.6 | Proceso de cata | 33 |
| 3.3.7 | Difusión de la información..... | 33 |
| 3.3.8 | Diseño experimental..... | 34 |
| 3.3.9 | Análisis estadístico | 35 |
| 3.3.10 | Variables medidas | 37 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Análisis fisicoquímicos | 40 |
| 4.1.1 | Sólidos solubles totales (°Brix) | 40 |
| 4.1.2 | pH | 44 |
| 4.1.3 | Acidez titulable para ácido cítrico (g.L ⁻¹)..... | 48 |
| 4.1.4 | Contenido de alcohol..... | 52 |
| 4.1.5 | Escala de color..... | 54 |
| 4.2 | Análisis sensorial..... | 63 |
| 4.2.1 | Fase visual | 63 |
| 4.2.2 | Fase olfativa..... | 64 |
| 4.2.3 | Fase gustativa | 66 |
| 4.2.4 | Análisis general | 67 |
| 4.3 | Difusión de la información..... | 68 |
| 4.3.1 | Charla informativa..... | 68 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|-----|----------------------|----|
| 5.1 | Conclusiones..... | 71 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 72 |
| 5.3 | Bibliografía..... | 74 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1 | <i>Análisis bromatológico del Mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth)</i> | 9 |
| Tabla 2 | <i>Clasificación de los vinos INEN.....</i> | 11 |
| Tabla 3 | <i>Requisitos para vinos de frutas INEN tercera revisión (1987-15).....</i> | 12 |
| Tabla 4 | <i>Descripción de los tratamientos a comparar</i> | 34 |
| Tabla 5 | <i>Esquema de análisis de varianza para DCA en parcela dividida.....</i> | 35 |
| Tabla 6 | <i>Esquema de análisis de varianza para DBCA</i> | 36 |
| Tabla 7 | <i>Pruebas de hipótesis marginales para la variable sólidos solubles totales (°Brix).....</i> | 40 |
| Tabla 8 | <i>Promedio \pm error estándar del contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para el factor cepas</i> | 41 |
| Tabla 9 | <i>Promedio \pm error estándar del contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para el factor tipo de mosto.....</i> | 41 |
| Tabla 10 | <i>Promedio \pm error estándar del contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto</i> | 42 |
| Tabla 11 | <i>Pruebas de hipótesis marginales para la variable pH.....</i> | 44 |
| Tabla 12 | <i>Promedio \pm error estándar del contenido de pH en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto.....</i> | 45 |
| Tabla 13 | <i>Promedio \pm error estándar del contenido de pH en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para el factor cepas.....</i> | 45 |

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 14 | <i>Promedio \pm error estándar del contenido de pH en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para el factor tipo de mosto</i> | 46 |
| Tabla 15 | <i>Pruebas de hipótesis marginales para la variable acidez titulable</i> | 48 |
| Tabla 16 | <i>Promedio \pm error estándar de la acidez titulable en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para el factor cepas</i> | 49 |
| Tabla 17 | <i>Promedio \pm error estándar de la acidez titulable en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para el factor tipo de mosto</i> | 49 |
| Tabla 18 | <i>Promedio \pm error estándar de la acidez titulable en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto.....</i> | 50 |
| Tabla 19 | <i>Pruebas de hipótesis marginales para la variable contenido de alcohol</i> | 52 |
| Tabla 20 | <i>Promedio \pm error estándar del contenido de alcohol en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto.....</i> | 53 |
| Tabla 21 | <i>Promedio \pm error estándar del contenido de alcohol en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para el factor tipo de mosto</i> | 53 |
| Tabla 22 | <i>Pruebas de hipótesis marginales para la variable intensidad colorante.....</i> | 54 |
| Tabla 23 | <i>Promedio \pm error estándar de la Intensidad colorante en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de most.....</i> | 55 |
| Tabla 24 | <i>Promedio \pm error estándar de la Intensidad colorante en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para el factor cepas</i> | 55 |
| Tabla 25 | <i>Pruebas de hipótesis marginales para la variable tonalidad</i> | 56 |

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 26 | <i>Promedio \pm error estándar de la tonalidad en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.). con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto.....</i> | 57 |
| Tabla 27 | <i>Promedio \pm error estándar de la tonalidad en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para el factor cepas.....</i> | 57 |
| Tabla 28 | <i>Promedio \pm error estándar de la tonalidad en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para el factor tipo de mosto</i> | 57 |
| Tabla 29 | <i>Relación entre promedios de parámetros CIEL*a*b y tipos de color en vinos tintos.....</i> | 58 |
| Tabla 30 | <i>Cuadro de análisis de varianza para la variable L*.....</i> | 59 |
| Tabla 31 | <i>Cuadro de análisis de varianza para la variable a*.....</i> | 59 |
| Tabla 32 | <i>Cuadro de análisis de varianza para la variable b*.....</i> | 59 |
| Tabla 33 | <i>Promedio \pm error estándar de la variable de color L* en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.). con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto.....</i> | 60 |
| Tabla 34 | <i>Promedio \pm error estándar de la variable de color a* en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.). con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto.....</i> | 60 |
| Tabla 35 | <i>Promedio \pm error estándar de la variable de color b* en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.). con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto.....</i> | 61 |
| Tabla 36 | <i>Valores L*a*b, color y posición del color en el espacio CIELAB en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.). con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto</i> | 62 |

| | |
|---|-----------|
| Tabla 37 <i>Prueba de Hotelling alfa=0,05% para las variables transparencia, color, olor y sabor en vino de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth.). con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto.....</i> | <i>67</i> |
|---|-----------|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | Secuencia de reacciones durante la fermentación alcohólica..... | 14 |
| Figura 2 | Ubicación del lugar de investigación..... | 23 |
| Figura 3 | Proceso de congelado del mortiño..... | 25 |
| Figura 4 | Tanques fermentadores de 4L., llenos 2/3 de su capacidad con mosto en fermentación..... | 29 |
| Figura 5 | Filtrado del mosto al finalizar el proceso de fermentación..... | 30 |
| Figura 6 | Embotellado del vino de mortiño..... | 31 |
| Figura 7 | Equipo de destilación básico armado para destilar vino de mortiño | 32 |
| Figura 8 | Disposición del experimento en el laboratorio | 35 |
| Figura 9 | Realización de la encuesta de aceptabilidad (análisis sensorial)..... | 39 |
| Figura 10 | Relación entre sólidos solubles totales (°Brix) vs tiempo (días) en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) de los seis tratamientos establecidos de acuerdo a la Tabla 6,..... | 43 |
| Figura 11 | Relación entre pH vs tiempo (días) en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para los seis tratamientos estudiados de acuerdo a la Tabla 6..... | 47 |
| Figura 12 | Relación entre acidez titulable para ácido cítrico (g.L ⁻¹) vs tiempo (días) en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) para los seis tratamientos estudiados de acuerdo a la Tabla 6..... | 51 |
| Figura 13 | Contenido alcohólico en °GL en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto para los seis tratamientos estudiados de acuerdo a la Tabla 6..... | 53 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 14 | Porcentaje de aceptación de la variable limpidez en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto | 63 |
| Figura 15 | Porcentaje de aceptación de la variable color en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto | 64 |
| Figura 16 | Porcentaje de aceptación de la variable olor en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto | 65 |
| Figura 17 | Porcentaje de aceptación de la variable olor en vino de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto | 66 |
| Figura 18 | Análisis de conglomerados de Ward | 68 |
| Figura 19 | Primera charla técnica del proceso de elaboración de vino de mortiño realizada el 13 de septiembre del 2018 | 70 |
| Figura 20 | Segunda charla técnica del proceso de elaboración de vino de mortiño realizada el 19 de septiembre del 2018 | 70 |

RESUMEN

Esta investigación formó parte del proyecto “Socialización de técnicas agropecuarias en el cantón Sigchos, Cotopaxi”, donde se trabajó con la comunidad de Quinticusig en la fábrica de elaboración de vinos “El Último Inca” y tuvo como objetivo evaluar tres tipos de levadura (Levapan, T-58 Y S-04) y dos tipos de mosto (con hollejo y sin hollejo) sobre las características físicas, químicas y sensoriales del vino obtenido a partir de mortiño. El vino fue elaborado según (González M. , 2013), donde se midieron las variables: sólidos solubles totales (°Brix), pH, Acidez titulable para ácido cítrico (g.L^{-1}), color (espectrofotometría), contenido alcohólico (°GL) y se realizó un análisis sensorial mediante diez degustadores entrenados de la Carrera de Ingeniería en Hotelería y Turismo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Los tratamientos que usaron la levadura SafAle S-04 y mosto sin hollejo obtuvieron el menor promedio de °Brix; tuvieron un pH elevado, lo que representó un producto menos ácido y astringente; y presentaron índices de color altos y tonalidades bajas, con matices tendientes al color rojo. Los tratamientos que usaron la levadura Levapan y mosto con hollejo obtuvieron un mayor contenido de alcohol y una menor acidez titulable. El análisis sensorial determinó preferencia hacia los vinos límpidos, con colores intensos de tonalidad baja, aromas frutales y sabores dulces. Al finalizar, se realizó una charla informativa de esta investigación a los trabajadores de la planta de fabricación de vinos “El último Inca” y a otros miembros de la comunidad de Quinticusig.

PALABRAS CLAVE:

- **MORTIÑO**
- **MOSTO**
- **TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**
- **ANÁLISIS SENSORIAL**

ABSTRACT

This research was part of the project "Socialization of agricultural techniques in the canton Sigchos, Cotopaxi", it was specifically worked with the community of Quinticusig in the winemaking factory "The Last Inca" and aimed to evaluate three types of yeast (Levapan, T-58 and S-04) and two types of must (with skins and without skins) on the physical, chemical and sensory characteristics of the wine obtained from cranberry (mortiño). The wine was elaborated based on (González M. , 2013), where the variables were measured: total soluble solids ($^{\circ}$ Brix), pH, titratable acidity for citric acid (g/L-1), color by spectrophotometry, alcohol content ($^{\circ}$ GL) and a sensory analysis was carried out by 10 trained tasters from the Engineering Degree in Hospitality and Tourism at the University of the Armed Forces ESPE. The treatments that used the Safale S-04 yeast and grape-free must obtained the lowest average of $^{\circ}$ Brix; they had a high pH, which represented a less acid and astringent product; and they presented high color indices and low tones, with shades tending to the red color. The treatments that used yeast Levapan and wort with skin obtained a higher content of alcohol and a lower titratable acidity. The sensory analysis determined preference towards limpid wines, with intense colors of low tonality, fruity and sweet flavors. At the end, an informative talk about this research was given to the workers of the "El Ultimo Inca" wine making plant and to other members of the Quinticusig community.

KEYWORDS:

- **CRANBERRY OR MORTIÑO**
- **MUST**
- **FOOD TECHNOLOGY**
- **SENSORY ANALYSIS**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Con el cultivo de la vid inicia la producción del vino, y su consumo se remonta hacia los orígenes del hombre. La creación del vino data desde hace ya unos 7000 años a.C., en el antiguo Egipto, donde en los templos se ha podido encontrar murales y documentos Asirios sobre la elaboración del mismo (Rojas, 2012).

El vino se consideraba como una bebida destinada a clases de alto estatus social, sin embargo, esto cambió y su consumo se amplió principalmente a países latinos donde no existía una cultura acerca del mismo (Rojas, 2012). Este cambio también se pudo evidenciar en Ecuador, ya que el consumo de vino se ha incrementado en un 178% durante los últimos años (León, 2013).

Como una alternativa a la elaboración del vino tradicional de uva, tenemos los vinos de fruta que, si bien su proceso de elaboración es similar tanto en la fermentación como en el resto de procesos, su almacenaje varía ya que el vino de frutas tiene un tiempo de vida útil menor al vino de uva (Zurita, 2011).

El fruto del mortiño es representativo de los andes de Ecuador, Colombia y Perú, y debido a sus características físico-químicas es una buena alternativa para la elaboración de productos agroindustriales. (Ruíz, 2011), consiguió obtener vinos dulces a partir del mortiño, elaborados a distintas cantidades de agua y fruta, y endulzados a distintos niveles, donde concentración final de azúcares fue el factor más determinante desde el punto de vista sensorial, siendo mejor valorados los vinos de mayor endulzado, y los generados con la proporción media de la fruta.

La empresa "El Último Inca" del cantón Sigchos, en la provincia de Cotopaxi, se dedica a la producción y comercialización de vino de mortiño, un estudio realizado por (Albán & Marcalla, 2013), determinó que el proyecto es rentable y puede pasar la etapa de factibilidad. Su estudio se realizó a pedido del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en Cotopaxi, para dar un valor agregado al mortiño, planteando el uso de tecnologías que generen nuevas alternativas de producción para los agricultores de manera sostenible y sustentable, sin generar factores negativos que afecten la biodiversidad y a la población.

La elaboración del vino de mortiño en la empresa "El Último Inca" se realiza de forma artesanal, por lo que aún existen problemas en cuanto su calidad organoléptica, siendo el tipo de levadura que se usa uno de los factores posiblemente disminuye la calidad del vino.

(Córdoba, 2010), evaluó el comportamiento fermentativo de la levadura de panificación y levaduras vínicas (Uvaferm CM, Lalvin EC 1118 y Lalvin QA23), para obtener un vino de mora de buena calidad, su estudio determinó que el uso de levaduras vínicas Lalvin QA23 produce menor tiempo de fermentación, mayor extracción de compuestos fenólicos y mejores características sensoriales, respecto de las otras cepas de levadura. Por otra parte, (Valverde, 2006), recomienda en su estudio el uso de levaduras vínicas (*Saccharomyces cerevisiae*) ya que fermentan más rápido que la levadura de pan, además soportan una mayor concentración inicial de azúcar y concentración final de etanol, y también generan baja producción de subproductos metabólicos (ésteres, alcoholes superiores).

En el estudio de (Ruíz, 2011), mencionado con anterioridad también se probaron dos cepas de levadura para obtener un vino de mejor calidad. Se utilizó levadura de pan y la cepa de levadura vínica Lalvin QA23 traída desde España, debido a la falta de proveedores de levaduras vínicas en el país. El empleo de la levadura vínica supuso una mejora marcada tanto en el desarrollo de la fermentación como en las características sensoriales del vino.

1.2 Justificación

El mortiño presenta un interesante potencial en el mercado como una fruta que se puede cultivar y promover su cultivo a nivel mundial (Ruíz, 2011), esto se debe a la amplia aceptación e interés para la elaboración de subproductos agroindustriales como mermeladas, helados, vinos, entre otros. Un claro ejemplo de esto es la Asociación de Productores y Comercializadores Agropecuarios de la comunidad de Quinticusig, cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, que desde hace siete años fabrican de manera artesanal el vino de mortiño con la marca "El Último Inca", la cual comercializan principalmente en Cotopaxi, Pichincha y otras provincias a menor escala (Moreta, 2016).

El paso de pequeña escala a mediana escala, la irregular asistencia técnica y la poca oportunidad de investigación, han impedido la obtención de un producto final con buenas características organolépticas, lo que ha limitado la aceptabilidad comercial en nichos de mercado más exigentes, manteniendo los actuales. Por estas razones la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I mediante el programa "Transferencia de tecnología y servicio a la comunidad por parte del departamento de Ciencias de la Vida" y el proyecto "Socialización de técnicas agropecuarias en el cantón Sigchos, Cotopaxi", proveerá los requisitos y directrices para la elaboración del vino de mortiño en respuesta a los problemas que presenta la marca de vino de mortiño "El último Inca".

El presente estudio pretende evaluar el efecto de tres cepas de levaduras (Levapan, SafAle T-58 y SafAle S-04) y dos tipos de mosto, sobre las características físicas y químicas del vino obtenido del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.), y con esto mejorar la calidad final del producto elaborado por la empresa "El Último Inca".

Cabe destacar que la investigación se realizó fuera de época de cosecha del mortiño, por lo que se adquirió la fruta necesaria para la investigación el día 23 de Noviembre del 2017

donde inmediatamente entró a un proceso de congelación, una investigación realizada por (Coba, y otros, 2012), indica que el arándano, que es una fruta emparentada con el mortiño, se puede congelar sin que ocurra alteración sus características nutricionales y organolépticas, y tampoco ocurren variaciones en su peso o volumen, lo que facilita su almacenamiento para mantener una oferta permanente inclusive en épocas fuera de cosecha.

1.3 El problema

En la comunidad Quinticusig del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, se formó hace siete años la Asociación de Productores y Comercializadores Agropecuarios, que en la actualidad elaboran vino dulce extraído del mortiño bajo la marca denominada “El Último Inca. La elaboración a mediana escala del vino y la irregular asistencia técnica especializada, no permite a los productores obtener un producto final de alta calidad organoléptica, en cuanto a su flavor y color. Así mismo la oportunidad de investigación y la pobre transferencia de tecnología realizada sobre la elaboración de este producto, no le ha permitido al grupo meta, entender a ciencia cierta los factores que afectan a las características organolépticas de vinos elaborados a partir del mortiño.

1.4 Los efectos

- Baja rentabilidad como cultivo sin valor agregado.
- Pérdida de interés de los clientes hacia el consumo del producto (vino).
- Desmotivación de la pequeña empresa en lograr nuevos mercados para el vino.
- Pérdida de los actuales mercados

1.5 Las causas

- Pobre investigación y transferencia de tecnología en vino de frutos no tradicionales.
- Dificultad del escalamiento de la producción de pequeña a mediana escala.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de tres cepas de levaduras y dos tipos de mosto sobre las características físicas y químicas del vino obtenido a partir de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.)

1.6.2 Objetivos específicos

- Identificar la cepa de levadura que genera las mejores características físicas y químicas del vino obtenido a partir de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.)
- Determinar si los lotes de vino con presencia de hollejo, provocan algún cambio en las propiedades físico químicas del vino obtenido a partir del mortiño.
- Determinar la aceptación del producto obtenido mediante un proceso de cata a un panel entrenado.
- Difundir los resultados del protocolo más idóneo o eficiente en la elaboración de vino de mortiño a los empleados de la empresa rural "El Último Inca", cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi.

1.7 Hipótesis

Ho: El uso de hollejo y/o el tipo de levadura no influye sobre las características físico químicas del vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.)

Hi: El uso de hollejo y/o el tipo de levadura influye sobre las características físico químicas del vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.).

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.)

2.1.1 Generalidades

Pertenece el género *Vaccinium*, el cual incluye alrededor de 450 especies distribuidas por el mundo principalmente en zonas frías y templadas, siendo el arándano la especie más representativa del género, el cual destaca principalmente por sus propiedades nutricionales y medicinales (Kron, Powell, & Luteyn, 2002).

Esta especie es representativa de la Cordillera de los Andes, la cual crece en un amplio rango altitudinal que va desde los 1600 hasta los 3800 m.s.n.m., a temperaturas que oscilan entre los 8 y 16 °C, en los bosques seco montano bajo y húmedo montano, en suelos húmedos y bien drenados (Correa & Bernal, 1998).

El mortiño crece de manera silvestre y tiene una pequeña producción anual, hace años este era parte importante dentro de la alimentación de las familias ecuatorianas y era de fácil adquisición en los campos de la serranía, pero durante los últimos años su consumo ha disminuido, por lo que se ha incrementado el riesgo de que la especie desaparezca debido a la dificultad de su propagación y al poco conocimiento de sus beneficios (Torres, Trujillo, & Arahana, 2010)

2.1.2 Taxonomía

En Ecuador el mortiño es conocido también con nombres vulgares como: manzanilla de cedro, raspadura quemada, agraz, camueza, vichacha y blueberry de los Andes (Pérez & Valdivieso, 2007). (MAG, 1998), describe la siguiente taxonomía para el mortiño:

| | |
|----------|-------------------------------------|
| REINO | Plantae |
| DIVISIÓN | Magnoliophyta |
| CLASE | Magnoliopsida |
| ORDEN | Ericales |
| FAMILIA | Ericaceae |
| GÉNERO | <i>Vaccinium</i> |
| ESPECIE | <i>Vaccinium floribundum</i> Kunth. |

2.1.3 Descripción botánica

El mortiño es un arbusto ramificado que puede alcanzar una altura de hasta 3,5 m., posee hojas aserradas muy pequeñas y con flores solitarias o en racimos de menos de 1 cm, (Coba, y otros, 2012). Las flores son de color rosado y el follaje de color verde oscuro dando a esta planta una bonita apariencia. Su fruto es una baya esférica de 5 a 8 mm. de diámetro, que varía entre los colores color azul y azul oscuro o morado, a veces con cubierta cerosa, también contiene un gran número de pequeñas semillas (Roldán, 2012).

2.1.4 Usos

Vaccinium floribundum Kunth. es considerada una especie representativa de los páramos ecuatorianos y su uso se remonta desde tiempo inmemoriales. Su consumo en el Ecuador es básicamente en fresco y algo procesado, mediante la elaboración de productos agroindustriales como mermeladas, jugos y dulces (Coba, y otros, 2012).

Es habitual en Ecuador usar el mortiño para la preparación de la tradicional colada morada, bebida consumida en el Día de los Difuntos (Morales, 2011). En refrigeración el fruto del mortiño puede durar 21 días sin alterar sus características físicas como químicas (Coba, y otros, 2012).

Entre otros usos, el mortiño puede ser utilizado como un arbusto ornamental debido a la vistosidad del mismo. Resulta interesante explorar las propiedades del mortiño como un tinte natural, debido al color de sus frutos. El fruto del mortiño puede ser utilizado también para tinturar ropa de lana, triturando las bayas e hirviéndolas con agua durante media hora, para finalmente introducir las prendas en la mezcla (Noboa, 2010).

2.1.5 Valor antioxidante

Se conoce a los antioxidantes como sustancias que retardan o disminuyen las reacciones de oxidación sobre diferentes sustratos y estos pueden ser naturales o sintéticos. Los antioxidantes se utilizan en la industria alimenticia debido a su capacidad como conservante, además retardan el proceso de rancidez, disminuyen la generación de compuestos tóxicos, evitan la coloración de los pigmentos y los cambios de textura. En el aspecto nutricional los antioxidantes disminuyen la pérdida de valor nutricional causado por la degradación de los ácidos grasos esenciales y por la destrucción de las vitaminas A, D y E (Espín, 2012).

El contenido de antocianinas y fenoles en el mortiño es de 201 ± 10 mg eq/100g de fruta y de 609 ± 39 mg eq/100 g de fruta respectivamente, por lo que lo considera como una fruta nutraceutica debido a la abundancia de estos compuestos polifenólicos que tienen la propiedad de ser colorantes, antioxidantes y benéficos para la salud (Gaviria, y otros, 2009).

Las antocianidinas y antocianócidos son una familia fitoquímica con gran variabilidad, presentes en frutos, flores, y otros órganos que están expuestos a la radiación del sol. El arándano *Vaccinium myrtillus* es un pariente cercano del mortiño dentro de la familia Ericaceae, en cuya composición química presenta antocianidinas y antocianósidos del 0,5% (Alonso, 2004). Estos datos son similares a los reportados por (Vasco, Riihinen, Ruales, &

Kamal, 2009), donde la caracterización fitoquímica del mortiño demuestra la presencia de delfinidina, cianidina, petunidina, malvidina, peonidina, y 3-glucosildelfinidina.

2.1.6 Propiedades nutricionales

(Montenegro, 2017), reporta que la FDA (Food and Drug Administration) de los Estados Unidos indica que el mortiño es un fruto que posee las siguientes características:

- Bajo en calorías, poco contenido de grasa
- Libre de colesterol
- Con un mínimo contenido de sodio

A demás se lo considera rico en vitamina C, vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina), vitamina B3 (niacina), vitamina B12 (cianocobalamina o también conocido como factor extrínseco de Castle) y la vitamina A (retinol), además tiene gran cantidad de potasio (K) y la cáscara sirve como fibra ayudando a la parte digestiva del ser humano. Un punto importante a considerar es que el mortiño es un alimento hiposódico e hipocalórico, lo cual significa que al momento de consumirlo provee de gran cantidad de energía (Espín, 2012). Los análisis bromatológicos de este fruto muestran la siguiente composición:

Tabla 1

Análisis bromatológico del Mortiño (Vaccinium floribundum Kunth.)

| PARÁMETRO | DATOS OBTENIDOS (% EN BASE SECA) |
|-----------------|----------------------------------|
| Humedad | 84.20-85.60 |
| Materia seca | 14.40-15.80 |
| Cenizas | 2.30-2.40 |
| Extracto etéreo | 2.90-3.10 |
| Proteína bruta | 4.90-5.40 |
| Fibra cruda | 16.20-17.40 |

Fuente: (Corantioquia, Conozcamos y usemos el mortiño, 2009)

2.2 Bebidas alcohólicas

Son bebidas alcohólicas aquellas que contienen alcohol etílico (etanol) en su composición. Dentro de estas se pueden distinguir bebidas producidas por fermentación

alcohólica como el vino, la cerveza, la sidra, hidromiel, etc., donde el contenido alcohólico no supera los 15°GL, por otra parte, tenemos las bebidas producidas por destilación, que provienen a partir de un producto de fermentación previo, como el brandy, whisky, tequila, ron, vodka, pisco, entre otras (Potter & Hotchkiss, 1993).

2.2.1 Vinos

El vino es una bebida que tiene más de 8000 años, y que ha acompañado al hombre a lo largo de su historia, cuya evolución se ha basado en la selección de las especies de vid más adecuadas y en la introducción de nuevas tecnologías para su elaboración. Técnicamente el vino es una bebida alcohólica proveniente de la fermentación del zumo fresco o concentrado de uva, el cual se produce debido a la acción de las levaduras fermentadoras presentes en el hollejo de las uvas. Su nombre proviene del latín *vinum*, que se cree es procedente del griego *oinos*, incluso del sánscrito *vena* (León, 2013).

2.2.2 Vinos en el mundo

La vitivinicultura como actividad económica, y el vino como producto cultural han acompañado al hombre desde tiempos inmemoriales, su uso es múltiple pero dentro del aspecto religioso este ha sido usado en festividades griegas y romanas, y en las ceremonias cristianas (Rojas, 2012).

El consumo de vinos de calidad se basa en el consumo de vinos tintos, el cual representa el 60% del total, frente al 23% del vino blanco y el 17% del vino rosado (Bernabeu & Olmeda, 2002).

Chile es uno de los países con mayor producción de vino, donde este producto se exporta a diversas partes del continente y fuera del mismo también, para el 2016 se estima que la producción mundial de vino fue de 259 Millones hL., el cual fue un porcentaje menor

que el reportado en 2015, lo que sitúa a esta producción dentro de las tres más escasas desde el año 2000, según las primeras estimaciones de la OIV (OIV, 2016).

2.2.3 Clasificación de los vinos

Según (INEN, BEBIDAS ALCOHÓLICAS. VINOS. CLASIFICACIÓN, 2015) y la norma 373 para bebidas alcohólicas, vinos, clasificación y definiciones, los vinos se clasifican

Tabla 2

Clasificación de los vinos INEN según la norma 373

| CLASE | TIPO |
|---|--|
| Vino según el color | Vino blanco Vino tinto Vino rosado |
| Vino según el contenido de azúcar | Vino seco Vino semi-seco Vino semidulce Vino dulce |
| Vino según el envejecimiento | Vino del año Vino reserva Vino gran reserva |
| Vino según los gases disueltos | Vino espumoso Vino gasificado Vino carbonatado |
| Vinos fortificados | Jerez (España), Oporto y Madeira (Portugal) Marsala (Italia) Banyuls (Francia) |
| Vino según la cantidad de tipos de uvas | Vino varietal Vino multivarietal de corte |
| Vinos aperitivos | Vino aperitivo Vermut |
| Vinos especiales | Vino de bajo velo Vino de licor Vino de hielo |
| Vinos de frutas | Vino de frutas cítricas Vino de frutos rojos Vino de manzana (sidra) Vino de pera (perry) Vino compuesto de frutas Vino de frutas gasificado Vino de frutas espumoso |
| Vinos de otros productos agrícolas | Vino de arroz |
| Otros vinos | Vino de pasas Vino de miel |

Fuente: (INEN, Bebidas alcohólicas. Vino de frutas. Requisitos, 2015)

2.2.4 Vino de frutas

Tradicionalmente se define al vino como el producto de la fermentación del zumo de uva, sin embargo, en varias legislaciones la figura del vino se contempla como la fermentación de un jugo de determinada fruta, donde la única exigencia es definir su origen (González X. , 2012).

Según la norma (INEN, Bebidas alcohólicas. Vino de frutas. Requisitos, 2015), el vino de frutas se debe referir como vino seguido del nombre de la fruta utilizada, este puede ser traslúcido, de varios colores y poseer un sabor y aroma característico según la fruta utilizada. El vino de frutas debe cumplir con los siguientes requisitos (ver Tabla 3) (ver Anexo 1 y 2).

Tabla 3

Requisitos para vinos de frutas INEN tercera revisión (1987-15)

| REQUISITOS | UNIDAD | MÍNIMO | MÁXIMO | MÉTODO DE ENSAYO |
|------------------------------------|--------|--------|--------|------------------|
| Alcohol, fracción volumétrica | % | 5,0 | 18,0 | INEN 360 |
| Acidez volátil, como ácido acético | g/l | - | 1,5 | INEN 341 |
| Acidez volátil como ácido málico | g/l | 4,0 | 16,0 | INEN 347 |
| Metanol | * | - | 0,5 | INEN 348 |
| Cenizas | meq/l | 1,4 | - | INEN 1547 |
| Alcalinidad de las cenizas | g/l | 1,4 | - | INEN 353 |
| Cloruros como cloruro de sodio | g/l | - | - | INEN 354 |
| Glicerina | ** | 1 | 2,0 | INEN 355 |
| Anhídrido sulfuroso total | g/l | - | 10,0 | INEN 356 |
| Anhídrido sulfuroso libre | g/l | - | 0,32 | INEN 357 |
| | | | 0,004 | |

* cm³ por 100 cm³ de alcohol anhidro

** g por 100 g de alcohol anhidro

Fuente: (INEN, Bebidas alcohólicas. Vino de frutas. Requisitos, 2015)

2.2.5 Industria de vino en Ecuador

Al hablar del vino en Ecuador, hablamos del desarrollo social que ocurrió en Latinoamérica, ya que los españoles introdujeron la cultura vinícola en el continente. A Ecuador esta cultura llegó precisamente a manos del capitán Alonso de Bastidas quien sembró la primera vid en nuestro territorio (Rojas, 2012).

Desde la llegada de Bastidas hasta la actualidad esta industria ha tenido un gran desarrollo, se estima que en el país se existen varias marcas de vino de buena calidad y que

cada año se da un consumo más selecto. Se considera al Ecuador como uno de los países sudamericanos con mayor crecimiento en el consumo de vinos en cuanto a calidad y precio. En el Ecuador el 90% de vino de consumo es importado y el 10% restante es producido por empresas locales (León, 2013).

2.2.6 Elaboración del vino de frutas

La fabricación del vino de frutas es similar al proceso de fabricación de vino de uva tradicional. La fermentación se debe realizar en cubas o depósitos de acero inoxidable, cemento (fornado con vidrio resistente), madera o plástico, esto es importante para el producto no varíe en cuanto a sus cualidades organolépticas (Rodríguez M. , 2016)

El proceso se lo realiza de forma anaerobia (ausencia de oxígeno), luego el vino envejece algunos meses en cubas de madera con el fin de mejorar sus propiedades organolépticas (Rodríguez M. , 2016). El proceso guía para la elaboración del vino de frutas es el siguiente:

- **Recepción**

Consiste en cuantificar la fruta fresca que entrará en el proceso de elaboración del vino, en esta área se usarán recipientes adecuados, balanzas aseadas y calibradas (Rodríguez M. , 2016).

- **Lavado y selección de frutas**

Esta operación es fundamental ya que la calidad del producto final depende de cómo se ejecute este paso, se debe usar frutas maduras, limpias, sanas con aroma penetrante y agradable. Las frutas deben ser lavadas con agua hervida para eliminar microorganismos superficiales, restos de químicos y residuos de suciedad adquirida de la fruta como polvo o lodo. La selección se la hace en base a los requisitos impuestos por los organismos locales (Rodríguez M. , 2016).

- **Preparación del mosto**

Luego de la recepción de la materia prima y el lavado adecuado de la fruta, se procede a preparar el mosto, el cual es obtenido luego de que fruta fresca ha sido estrujada. La realización de análisis químicos y físicos como pH, sólidos totales (°Brix), temperatura y acidez total, permite ajustar los parámetros establecidos para la fermentación empiece (Rodríguez M. , 2016).

- **Fermentación**

Las bebidas alcohólicas se elaboran mediante un proceso bioquímico denominado fermentación, que es el proceso por el cual los azúcares de las frutas por acción de levaduras fermentadoras resultan en alcohol y gas carbónico (ver Figura 2). Para activar la fermentación necesitamos levadura, en el caso de la uva la esta tiene cepas *Sacharomyces* silvestres en la misma fruta, para fermentar vino de frutas se añaden levaduras comerciales según la bebida alcohólica que se prepare (Rodríguez M. , 2016).

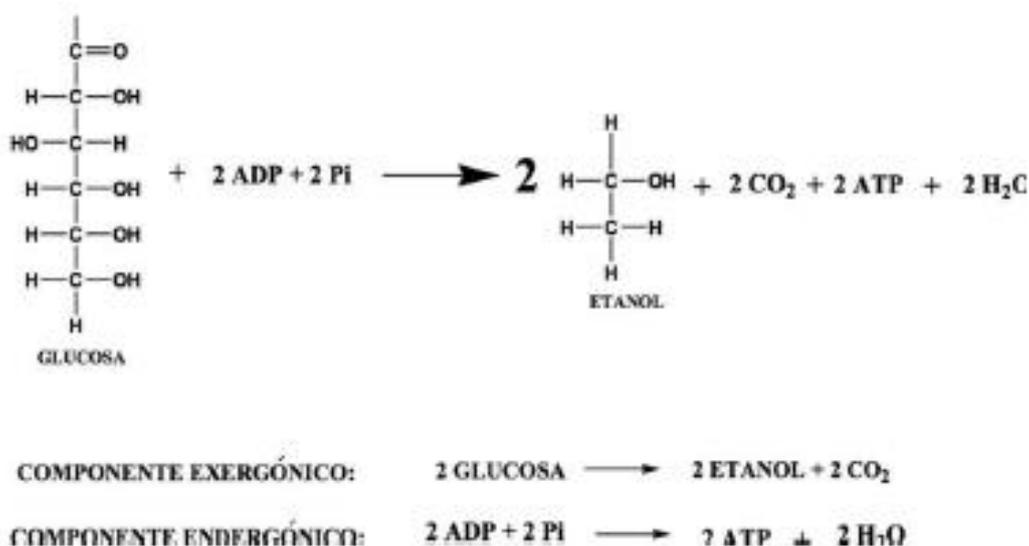


Figura 1 Secuencia de reacciones durante la fermentación alcohólica

Fuente: (Rodríguez M. , 2016)

- **Clarificación**

Luego del proceso de fermentación el vino contiene algunas partículas en suspensión, y debido a esto no es apreciado a la vista del consumidor, por lo que se necesita clarificar el vino y para esto se pueden aplicar los siguientes métodos:

- Método del trasiego: por el cual el vino pasa de un contenedor a otro eliminando el mayor número de partículas (Rodríguez M. , 2016).
- Método clarificante: productos que coagulan elementos sólidos que hace ver turbio el vino y los arrastra hasta el fondo (Rodríguez M. , 2016).
- Método de la técnica mecánica de filtrado: Consiste en hacer pasar el vino por una capa filtrante de poros finos, esto también evita que las cualidades organolépticas del producto se alteren (Méndez, 2006).

- **Filtrado**

El filtrado tiene un propósito similar a la clarificación, y este consiste en hacer pasar el vino por un elemento poroso o membrana, también se puede utilizar desde filtros de tierra hasta modernos esterilizantes a-micróbicos, para retener las materias en suspensión y darle un mejor aspecto físico al vino (Rodríguez M. , 2016).

- **Maduración y embotellado**

Se recomienda dejar al vino por más tiempo durante el proceso de maduración para que se atenúe su aroma y sabor, en el caso que se lo realice en barriles de madera el vino puede adquirir un sabor a vainilla, especias y algunas veces a humo. Si se lo realiza en recipientes de vidrio no altera este su sabor (Rodríguez M. , 2016). La temperatura adecuada para el proceso de maduración del vino debe ser de 10 a 20°C. La limpieza y desinfección está relacionada con el embotellamiento y almacenamiento del vino (Hours, y otros, 2005),

esto se refiere a que no deben usarse reactivos ajenos al producto que pueden alterar las cualidades del mismo (Rodríguez M. , 2016).

El almacenamiento no se refiere únicamente a guardar grandes cantidades de vino, sino, comprende numerosas actividades como la limpieza y desinfección de tanques, su mantenimiento y conservación, el uso de reactivos como ácido ascórbico, dióxido de azufre, albúminas, gases inertes y otros procesos adicionales, como aglutinación, filtrado, centrifugación, mezcla, entre otros (Rodríguez M. , 2016).

El vino se comercializa en presentaciones de vidrio de diferentes volúmenes según las exigencias del consumidor, para el vino tinto se utilizan botellas oscuras y para los vinos espumosos o blancos, botellas transparentes. Según (INEN, Bebidas alcohólicas. Vino de frutas. Requisitos, 2015), los vinos de frutas deben ser envasados en recipientes cuyo material resista la acción del producto y no altere sus características.

2.3 Levaduras

Las levaduras son hongos unicelulares microscópicos y tienen gran importancia dentro de la enología, porque realizan el proceso de fermentación alcohólica que consiste en la transformación del mosto en vino. Las podemos encontrar de forma silvestre en la mayoría de las frutas y flores, y función principal es fermentar los azúcares y producir CO₂ y etanol (Jácome J. , 2014).

La especie más usada para la elaboración de vinos es *Saccharomyces cerevisiae*, esta misma especie se usa para la elaboración de pan, cerveza y otras bebidas alcohólicas. Esta especie tiene amplia diversidad genética y fenotípica, por lo que en la enología con el pasar de los años se ha dado lugar a la selección de cepas o genotipos de esta especie apropiados para cada necesidad (Jácome J. , 2014).

2.3.1 *Saccharomyces cerevisiae*

La taxonomía clásica de las levaduras es una herramienta importante para la clasificación de las mismas, esto nos permite darnos cuenta que a pesar de la gran diversidad de funciones, formas, y características bioquímicas de las levaduras, muchas de estas especies corresponden a diversas cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (Garibay, Quintero, & López, 2004). Algunas características importantes de esta especie son: capacidad para producir alcohol, capacidad de flocular, tolerancia a temperaturas altas y a la osmoralidad del medio, capacidad de producir congénicos y vigor en la fermentación de los azúcares (Garibay, Quintero, & López, 2004).

| | |
|------------|---------------------------------|
| REINO | Fungi |
| DIVISIÓN | Amastogomycota |
| CLASE | Ascomycetes |
| SUBCLASE | Hemiascomycetidae |
| ORDEN | Endomycetales |
| FAMILIA | Saccharomycetaceae |
| SUBFAMILIA | Saccharomycetidae |
| GENERO | <i>Saccharomyces</i> |
| ESPECIE | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |

Dentro de las principales características fisiológicas de las levaduras tenemos:

- **Temperatura:** Las levaduras se desarrollan en rangos de temperatura de 5 a 37°C, pero su óptimo crecimiento se da en rangos de 25 a 30 °C, no son termófilos por lo que pueden destruirse a los 52°C (Uribe, 2007).

- **pH:** Para un crecimiento óptimo las levaduras necesitan un pH de 4 a 5, aunque existen especies que toleran varios cambios bruscos de ambiente (Rodríguez M. , 2016).
- **Nutrición:** Necesitan principalmente nitrógeno, carbono y compuestos orgánicos, donde el carbono sirve como fuente de energía para las levaduras, estas también usan para su nutrición azúcares como g- glucosa, g- fructosa y g- manosa. El fósforo es importante ya que ayuda en la producción de etanol a partir de azúcares, mientras que el potasio estimula la fermentación, regula y activa otras enzimas (Uribe, 2007).

2.3.2 Levadura de pan (Levadura Activa Seca Levapan®)

Producto natural de vida prolongada que se obtiene a partir de Levadura Fresca LEVAPAN® y se utiliza para la fermentación en la industria panadera. Es útil también en la industria licorera para la fabricación de vinos. Su vida útil es de 6 meses y se debe almacenar en un lugar seco y fresco entre 15 y 25 °C (Levapan, 2017).

2.3.3 Cepa SafAle T-58

Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), agente emulsionante E491. Cepa especial seleccionada por el desarrollo de aromas especiados o pimentados y sabores a ésteres. Esta levadura presenta una buena sedimentación y además no forma agregados, pero en cambio sí produce una turbidez pulverulenta cuando se re-suspende en la bebida alcohólica producida (ver Anexo 3) (Fermentis, Safale T-58, 2016).

2.3.4 Cepa SafAle S-04

Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), agente emulsionante E491. Cepa ale inglesa seleccionada por presentar una rápida capacidad de fermentación y por formar un sedimento compacto al final de la misma, ayudando a mejorar la claridad de la bebida alcohólica producida. Recomendada para la producción de un amplio rango de ales y está especialmente

adaptada para acondicionamiento en barriles y fermentación en tanques cónico-cilíndricos (ver Anexo 4) (Fermentis, SafAle S-04, 2016).

2.4 Propiedades físico-químicas de los vinos

2.4.1 °Brix

Los °Brix son casi equivalentes al porcentaje de hidratos de carbono fermentables que existen en el mosto (Jara, 2014). Además, son uno de los controles más importantes en la fermentación de los vinos ya que son un indicador de la obtención de alcohol, porque a medida que los azúcares del mosto disminuyen el grado alcohólico aumenta (Hidalgo, Hatta, & Palma, 2016).

2.4.2 pH

El potencial de hidrógeno es una medida de líquidos que en química se usó para determinar la concentración de iones de hidronio en una disolución. Este sirve para determinar si un líquido o solución es ácida, básica o neutro, basándose en una escala que va de 0 a 14, donde el 7 determina que la solución es neutra, menor de 7 es ácida y mayor es alcalina (Guerra, 2014).

En los vinos el pH debería estar en un valor entre los 2.9 y 4.2, y por lo general mientras más bajo sea el pH mayor es la acidez total del vino. Sin embargo, estas variables se miden por separado, y no existe una relación directa entre ellos ya que hay casos en que vinos con un alto pH presentan una elevada acidez (Fernández, 2008).

2.4.3 Acidez

La acidez en el vino se refiere a las cualidades como la aspereza y la frescura, las cuales se evalúan en función de la capacidad que tienen estas cualidades para equilibrar los azúcares y los componentes amargos del vino, como los taninos (Fernández, 2008). Su importancia en los vinos radica en las características de sabor que imparte, pero es más

significativa por las condiciones que puede establecer para el crecimiento de las levaduras, y que conlleve a una fermentación óptima. Al elaborar vinos de frutas es importante controlar la acidez del mosto y mantenerla dentro de valores óptimos de fermentación, por lo que se debe conocer su valor inicial y calcular la cantidad de ácido que se debe agregar en la dilución que debemos realizar (Guerra, 2014).

2.4.4 Color

Una de las principales características cualitativas en los vinos tintos es su color, ya que es el primer factor organoléptico que percibe el consumidor, y también se ha determinado que existe una alta correlación positiva entre el color y la calidad general del producto (Casassa & Sari, 2007). El color del vino puede proveer información sobre defectos en el producto, tipo o estado de evolución, y también es importante por su influencia en la aceptabilidad y precio del producto final (Peynaud, 1987).

El origen del color de un vino está directamente relacionado con los compuestos fenólicos o polifenoles, estos abarcan un gran número de sustancias orgánicas que se caracterizan por tener entre su composición una o varias funciones fenol (Orto-difenol, fenol, antocianos, ácidos benzoicos) (Sáez, 2012). Los antocianos son los responsables de darle el color rojo a las bayas de uva, así como a otros frutos que tienen estas coloraciones. Algunos factores como pH, el nivel de anhídrido sulfuroso, el nivel de oxígeno, la temperatura, la presencia de algunos compuestos como acetaldehído o etanal, vinifenoles, ácido glioxílico, entre otros, afectarán tanto la estabilidad como la coloración del vino (Peña, 2006).

Al empezar el proceso de vinificación, los antocianos se extraen desde el hollejo por ruptura de células y las vacuolas, pasando de manera rápida al mosto, el cual aún mantiene un bajo contenido de alcohol. Los taninos presentes en las vacuolas tánicas presentan un

proceso similar, pero en menor medida, esto ocurre, pero cuando existe un mayor grado alcohólico (Peña, 2006).

2.5 Análisis organoléptico

El análisis organoléptico o proceso de cata consta de tres fases que se explicaran a continuación.

2.5.1 Fase visual

La vista es el primer sentido que se usa en la cata, es el más rápido y seguro. A diferencia de los otros sentidos, la vista nos da impresiones concretas y claras, siempre que la copa sea transparente, lisa y se lo haga con un fondo blanco. La mejor forma de observar un vino es llevando la copa a la altura de la cintura para ver el disco superior (observando la copa desde arriba), y después subirla a la altura de los ojos, inclinando la copa hacia adelante, mirando de frente, de tal forma que veamos el color de fondo en el centro y una herradura inferior alrededor (Segarra, 2004).

En esta fase conviene estudiar ciertos atributos del vino como:

- **Transparencia o limpidez y brillo:** se califica mejor a los vinos limpios con menos partículas en suspensión, y se dice si son brillantes y tienen luz propia. Un buen vino nunca es turbio, y si es apagado suele tener una baja acidez, y por ende este puede ser insípido (Segarra, 2004)
- **Color:** Los factores que determinan el color de un vino por lo general son la variedad de uva y el sistema de elaboración, crianza y conservación en la botella. El color es el parámetro más importante a observar, porque nos puede dar información sobre la edad del vino, su estado, evolución, alteraciones, entre otros. Un principio de los vinos nos dice que con el tiempo el vino tinto se aclara, el blanco se oscurece y el rosado se estropea (Segarra, 2004).

2.5.2 Fase olfativa

El olfato es el segundo sentido que usamos en el proceso de cata. Para percibir correctamente el aroma del vino primero se olfatea la copa parada (sin agitar), intentando analizar los componentes primarios de su aroma. Luego para facilitar e intensificar el desprendimiento de los aromas secundarios, se agitará la copa con un movimiento giratorio circular, impregnando todas las paredes de la copa con vino y aumentando, por tanto, la superficie de evaporación con el efecto que al volver a oler notaremos un despliegue más amplio y evidente de aromas, con diferencias y nuevos matices. Finalmente dejamos reposar la copa para volver a oler y apreciar los matices ocultos en el bouquet (Segarra, 2004).

2.5.3 Fase gustativa

Finalmente, llega la fase fundamental de la cata que es probar el vino, esta fase define la valoración o descripción de un vino. Para ser capaces de discernir adecuadamente las sensaciones de un vino, se debe dar un buen sorbo. Esta fase cuenta con tres pasos: entrada o ataque, evolución o paso por la boca e impresión final (Segarra, 2004).

2.5.4 Ficha de cata

La ficha de cata es el documento que usa un profesional o persona semi-entrenada para anotar las sensaciones percibidas en el transcurso del proceso de cata. Existen diversos tipos de fichas de cata, y se diseñan en función o finalidad del tipo de cata (Catadelvino, 2014). Se tienen dos tipos de fichas:

- **Fichas descriptivas:** Estas son usadas para la descripción de las principales características organolépticas que tiene un vino.
- **Ficha de clasificación y apreciación:** Describen las características de un vino otorgándole una puntuación y sirve para definir una clasificación u orden de los diferentes tipos de vino respecto a su calidad.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Ubicación

3.1.1 Ubicación política

El presente estudio se realizará en las instalaciones del Laboratorio de Agroindustrias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, Hacienda El Prado, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha.

3.1.2 Ubicación geográfica

La ubicación geográfica del laboratorio de Agroindustrias donde se realizarán los ensayos se encuentra descrita a continuación (ver Figura 2).

Latitud: 0°23'27.98"S

Longitud: 78°24'49.16"O

Altitud: 2745 m.s.n.m.



Figura 2 Ubicación del lugar de investigación.

Fuente: (Google, 2018)

3.1.3 Ubicación ecológica

Las instalaciones se localizan a 2748 msnm, con una humedad relativa de 69,03 % y una temperatura media de 14°C (MA-56, 2018).

3.1.4 Condiciones de laboratorio

Temperatura Promedio: 14° C

Temperatura Máxima: 21° C

Temperatura Mínima: 7° C

3.2 Materiales

3.2.1 Insumos

Equipos de venoclisis, rollos de papel de cocina, carrete de teflón, cinta masking, bureta de 50 ml., pizeta de 250 ml., jeringuillas de 10 ml., embudos plásticos de 75 ml., frascos de vidrio de 4 L., botellas de vidrio de 357 ml., probeta de 250 ml., jarras de plástico de 2 L., vasos de precipitación de 250 ml., cubetas de cuarzo de 2 mm de paso, tela de lienzo, papel periódico, cajas de cartón, tijeras, etiquetas plásticas, marcadores permanentes, guantes plásticos, gel desinfectante, mascarilla, copas de vidrio para vino, mandil.

3.2.2 Equipos

Refractómetro digital, cocina industrial a gas, licuadora industrial, balanza gramera digital, balanza analítica, frigorífico, pH metro digital BOECO, alcoholímetro, termómetro de alcohol, pirómetro, plancha de calentamiento, equipo de destilación, espectrofotómetro, computador y cámara fotográfica.

3.2.3 Reactivos

Agua destilada, alcohol potable al 75%, metabisulfito de potasio, hidróxido de sodio 0,1 mol., ácido cítrico y azúcar blanca. Se usaron tres tipos de cepas liofilizadas de levadura:

Levadura de pan La Repostería (Levapan), Levadura SafAle T-58, levadura SafAle S-04, además se utilizaron 54 kilos de mortiño descongelado.

3.3 Metodología

En el presente estudio se evaluó el efecto de tres cepas de levadura (Levadura de pan LEVAPAN, levadura SafAle T-58, levadura SafAle S-04) y dos tipos de mosto sobre las características físicas y químicas del vino obtenido a partir del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.), y para ello se siguió la siguiente metodología (ver Anexo 8):

3.3.1 Procesos de pre-fermentación

- **Recepción**

El ensayo de los tratamientos con sus respectivas repeticiones se desarrolló en el laboratorio de agroindustrias del IASA I, Hda. El Prado, donde se receptaron alrededor de 54 kilogramos de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.).

- **Congelado**

Debido a que la fruta se receiptó en el mes de noviembre y los tratamientos se establecieron en el mes de abril, se procedió a congelar la fruta por este periodo de tiempo a 0°C (ver Anexo 3), basado en el libro de (Cartilla, 2009), que señala que el arándano siendo un pariente cercano del mortiño, presenta la ventaja de que se puede congelar sin que exista alteración en sus características nutricionales y organolépticas (ver Figura 3).



Figura 3 Proceso de congelado del mortiño

- **Descongelado y lavado**

Para que el descongelado sea progresivo, 24 horas antes de su uso se lo removió del congelador (0°C) al refrigerador (7°C), posterior a esto se procedió a lavar la fruta con agua hervida tibia para un descongelado total, y para remover las impurezas presentes en la misma.

- **Selección y pesaje**

Se realizó la selección de los mejores frutos, eliminando rastrojo, pedúnculos y frutos inmaduros o dañados. Posterior a esto se obtuvo el peso en bruto, colocando la fruta en recipientes sobre una balanza.

- **Triturado**

Se procedió a triturar la fruta lavada, seleccionada y pesada para cada tratamiento, en la licuadora industrial. Como uno de los factores de estudio es el tipo de mosto, para los tratamientos que no contienen hollejo, se procedió a filtrar el triturado mediante tela de lienzo logrando que únicamente pase el líquido.

- **Medición y ajuste de acidez**

Para medir la acidez titulable del jugo de mortiño se utilizó un proceso denominado “Titulación ácido-base” (ver Anexo 4). Basado en el método empleado por (González M. , 2013), por cada tratamiento se procedió a realizar una solución de 10 ml. de jugo de mortiño en 50 ml. de agua destilada y mediante la bureta se tituló utilizando hidróxido de sodio al 0,1%.

Para tener mayor precisión en la titulación se utilizó un pH-metro digital, donde al llegar al punto de equivalencia (8,3) se detuvo la titulación y se procedió a multiplicar el valor gastado de hidróxido de sodio por 0,64 que es el factor de corrección para ácido cítrico, que es el ácido predominante en el mortiño (Ávila, Cuspoca, Fischer, Ligarreto, & Quicazán, 2007), obteniendo así la acidez en g.L⁻¹. Posterior a esto se procedió a calcular la cantidad de agua

necesaria a agregar para corregir la acidez del jugo y que con esto se alcance el valor óptimo para el crecimiento de las levaduras que es $5,5 \text{ g.L}^{-1}$ (González M. , 2013), esto se consiguió aplicando la siguiente formula:

$$VFJ (L) = VIJ * \frac{AJ}{5,5}$$

$$\text{Cantidad de agua (L)} = VFJ - VIJ$$

Donde:

VFJ= Volumen final del jugo (L.)

VIJ= Volumen inicial del jugo (L.)

AJ= Acidez (g.L^{-1})

Durante el proceso de fermentación, se procedió a medir la acidez cada 10 días, como parte de la toma de datos de la investigación.

- **Medición y ajuste del contenido de azúcar**

Con el refractómetro digital se procedió a medir los °Brix del jugo de fruta corregido la acidez, posterior a esto se aplicó la siguiente fórmula para determinar la cantidad de azúcar a agregar con la finalidad que la mezcla llegue a los 23 °Brix deseados:

$$\text{Azúcar a añadir (gr.)} = \frac{PTm (\text{°Bf} - \text{°Bi})}{(100 - \text{°Bf})}$$

Donde:

PTm= peso total del mosto.

°Bf= contenido de °Brix esperado.

°Bi= contenido de °Brix inicial de la mezcla.

Durante el proceso de fermentación, se procedió a medir los grados Brix cada 10 días, como parte de la toma de datos de la investigación.

- **Medición y ajuste de pH**

Ya que el mosto tiene un pH inicial en un rango de 2,8 a 2,9, al ajustar la acidez y el contenido de azúcar, inmediatamente se corrigió el pH en el mosto, estando dentro de los valores óptimos para el crecimiento de las levaduras que es de 3 a 4. Durante el proceso de fermentación, se procedió a medir el pH cada 10 días, como parte de la toma de datos de la investigación (ver Anexo 5).

- **Desinfección**

Una vez preparado el mosto, para evitar el crecimiento de microorganismos perjudiciales se procedió a desinfectar el mismo con meta bisulfito de potasio a razón de 0,1 g.L⁻¹ de mosto, y se dejó reposar por 24 horas para que este se disuelva y no cause alteraciones en el proceso de fermentación.

3.3.2 Proceso de fermentación

- **Preparación de los fermentadores**

Se esterilizaron los envases de vidrio de capacidad de 4 L. con agua hirviendo y alcohol potable al 75%. Posterior a esto se colocó en la tapa de los fermentadores dos mangueras de venoclisis que sirvieron como trampa de agua (eliminador de gases) y como recolector para toma de muestras. Se procedió a llenar los envases a 2/3 de su capacidad, y cabe recalcar que se etiquetaron cada uno de los fermentadores de acuerdo al tratamiento correspondiente (ver Figura 4).



Figura 4 Tanques fermentadores de 4L., llenos 2/3 de su capacidad con mosto en fermentación

- **Inoculación**

La dosis empleada por cada cepa de levadura fue de $0,5 \text{ g. L}^{-1}$ de mosto, según las especificaciones del fabricante. Previo a la inoculación se procedió a rehidratar la levadura seca, esparciendo la misma en un recipiente con un volumen de agua destilada 10 veces superior a su propio peso, en un rango de temperatura de 25 a 29 °C. Una vez que la mezcla de la levadura se encontró formando una especie de crema, después de haber agitado por 15 minutos, se procedió a la siembra en los fermentadores que contenían el mosto preparado (Fermentis, 2016).

3.3.3 Proceso de post-fermentación

- **Filtrado**

Una vez que el mosto llegó al rango de 12-12,5 °Brix, se realizó el primer filtrado mediante la ayuda de tres pedazos de tela de lienzo y un embudo, donde se trasvasó el mosto contenido en los fermentadores a jarras de plástico de 2 L., eliminando así los sólidos presentes y restos de levaduras que se encontraban en el fondo de los envases. Posterior a esto se procedió a taponar la jarra para evitar la contaminación y oxidación del vino. También se

lavaron y esterilizaron los fermentadores con agua hirviendo y alcohol potable al 75%. Una vez esterilizados, se procedió trasvasar nuevamente el vino a los fermentadores (ver Figura 5).



Figura 5 Filtrado del mosto al finalizar el proceso de fermentación

- **Trasiego**

Para eliminar el resto de sólidos presentes, se realizó el trasiego del vino pasando de las jarras de plástico de 2L. nuevamente a los fermentadores de vidrio de 4L. Para esto también se realizó otro filtrado con la ayuda de tela para pasar café y un embudo, con la finalidad de retener el mayor número de sólidos sobrantes en el vino.

- **Desinfección**

Para evitar el crecimiento de microorganismos perjudiciales y para inactivar por completo la acción de las levaduras, se procedió a desinfectar el vino contenido en los fermentadores con meta bisulfito de potasio a razón de $0,2 \text{ g. L}^{-1}$ de mosto, y se dejó reposar por 5 días.

- **Embotellado**

Para conservar el vino se procedió a envasarlo en botellas de vidrio de 375 ml. ML S-BOTL BURD VINO. Para este proceso se realizó un trasiego desde los fermentadores hacia las botellas mediante mangueras de 1,5 pulg. (ver Figura 6) donde el líquido antes de llenar

las botellas pasó por un sistema de filtrado consistente en tela de pasar café, un cedazo con papel filtro y un embudo. El líquido se llenó casi hasta llegar a tope de la botella, y posterior a esto se procedió a tapar las botellas con tapa rosca de plástico.



Figura 6 Embotellado del vino de mortiño

3.3.4 Determinación del grado alcohólico

Para determinar el grado alcohólico se utilizó el proceso de destilación simple mediante un equipo de destilación básico, para esto se procedió a verter 100 ml. de vino en el matraz de destilación de fondo redondo, y se añadieron 5 piedras de ebullición para evitar el sobrecalentamiento.

Luego se colocó el matraz en una plancha de calentamiento a 295 °C, de esta manera el etanol que se evapora es condensado por el condensador Liebig y el etanol líquido recogido en un matraz (ver Figura 7) (UCAB, 2004).



Figura 7 Equipo de destilación básico armado para destilar vino de mortiño

Después de 3 horas, al ver que el volumen del líquido contenido en el matraz de destilación disminuyó de manera considerable, se procedió a apagar la plancha, y a trasvasar el etanol líquido, recogido en el matraz, a una probeta de 100 ml. de capacidad, aforando el etanol con agua destilada hasta que llegue al volumen inicial del vino (100 ml.), posterior a esto se procedió a tomar la medida del grado de alcohol de la mezcla de agua y etanol mediante un alcoholímetro (UCAB, 2004).

3.3.5 Determinación del color del vino

Para determinar el color del vino, se pasó primero la muestra a través de papel filtro para que esta sea más límpida y por tanto tener una lectura más precisa en el espectrofotómetro. Una vez filtrada la muestra, esta se vertió en las cubetas de cuarzo de 2 mm de paso y se registraron en el espectrofotómetro los valores de absorbancia de cada tratamiento a 4 longitudes de onda: 450, 520, 570 y 630nm. A partir de las absorbancias medidas, se utilizó el programa para Windows MSCV (Método Simplificado para el Color de Vinos) (ver Anexo 5), para obtener los valores CIE L^*a^*b los cuales posteriormente fueron

ingresados en la aplicación para Android ColorLab (ver Anexo 6), con la finalidad de conocer el color exacto de los tratamientos. Además, se procedió a obtener los parámetros de Intensidad Colorante (IC) y Tonalidad (TN), a partir de las absorbancias del vino a longitudes de onda de 420,520 y 620 nm.

3.3.6 Proceso de cata

Se realizó un análisis sensorial por medio de un panel entrenado (jueces analíticos) conformado por 10 estudiantes de la carrera en Administración Turística y Hotelera de la Universidad de las Fuerzas Armadas, los cuales aprobaron la materia de enología, donde aprendieron a realizar de manera correcta la cata de vinos.

Para una mayor precisión en los resultados se realizó la cata en dos fechas diferentes, la primera se realizó el día jueves 16 de agosto del 2018, mientras que la segunda se realizó el día lunes 10 de septiembre del 2018. El proceso consintió en que el panel escogido realice la cata de los tratamientos y llene una ficha facilitada por el sumiller Eloisa Acosta (catedrática de la materia de enología) y modificada por el autor de esta investigación (ver Anexo 7).

3.3.7 Difusión de la información

En coordinación con los representantes del GAD Parroquial Sigchos, y el Dr. Patricio Pérez (director del proyecto de Socialización de Técnicas Agropecuarias en el cantón Sigchos, Cotopaxi), se realizaron dos charlas informativas sobre la presente investigación. La primera charla se realizó el día jueves 13 de septiembre de 2018 en las instalaciones del laboratorio de agroindustrias del IASA I, donde se abordó de manera didáctica el proceso de elaboración de vino de mortiño. La segunda charla fue informativa y se realizó el día jueves 20 de septiembre de 2018 a los trabajadores y miembros de la empresa comunitaria “El Último Inca”, donde se difundieron los resultados del estudio, quedando pendiente una visita para acompañar a la

prueba del mejor tratamiento en uno de los tanques fermentadores de la fábrica. La fecha se define según el cronograma que tengan programado para una nueva siembra.

3.3.8 Diseño experimental

- **Tipo de diseño**

Para el estudio se utilizó un diseño completamente al azar DCA con parcelas divididas (2X3), siendo la parcela grande el tipo de mosto con 3 repeticiones y siendo las variables sólidos solubles totales, pH y acidez titulable medidas en el tiempo cada 5, 6 y 10 días. Para el análisis sensorial se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) (3x6), con 10 bloques o repeticiones.

- **Tratamientos**

Los factores evaluados fueron, tres cepas de levadura (Levapan, SafAle T-58, SafAle S-04) y dos tipos de mosto (con hollejo y sin hollejo) en la elaboración de vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.). De la interacción de los factores mencionados se desarrollaron los siguientes tratamientos que fueron comparados en la investigación (ver Tabla 4).

Donde:

l: Cepas de levadura

h: Tipo de mosto

Tabla 4

Descripción de los tratamientos a comparar

| N° | TRAT. | DESCRIPCIÓN |
|----------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| T ₁ | l ₁ h ₁ | Levadura de pan (Levapan) con hollejo |
| T ₂ | l ₁ h ₂ | Levadura de pan (Levapan) sin hollejo |
| T ₃ | l ₂ h ₁ | Levadura SafAle T-58 con hollejo |
| T ₄ | l ₂ h ₂ | Levadura SafAle T-58 sin hollejo |
| T ₅ | l ₃ h ₁ | Levadura SafAle S-04 con hollejo |
| T ₆ | l ₃ h ₂ | Levadura SafAle S-04 sin hollejo |

- **Repeticiones**

El número de repeticiones son 3 para cada tratamiento respectivamente.

- **Características de las Unidades experimentales**

Se utilizaron 18 unidades experimentales, siendo estas los envases de vidrio de 4 L. usados durante el proceso de pre-fermentación y fermentación; y las botellas de vidrio de 375 ml. usadas en el proceso de post-fermentación.

- **Croquis del diseño**

La disposición del experimento en el laboratorio se presenta en la Figura 8.

| CON | SIN | CON | SIN | CON | SIN |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Levapan | S-04 | S-04 | S-04 | Levapan | S-04 |
| S-04 | Levapan | Levapan | T-58 | S-04 | T-58 |
| T-58 | T-58 | T-58 | Levapan | T-58 | Levapan |

Figura 8 Disposición del experimento en el laboratorio

3.3.9 Análisis estadístico

- **Esquema de análisis de varianza**

Para el diseño completamente al azar DCA en parcela (2x3) dividida se utilizó el siguiente esquema de ANAVA

Tabla 5

Esquema de análisis de varianza para DCA en parcela dividida

| FUENTES DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|----------------------|--------------------|
| Total | 18-1=17 |
| Hollejo | 2-1= 1 |
| Error (Hollejo) | 4 |
| Levaduras | 2-1 =2 |
| Interacción (h*1) | 2*1=2 |
| Error (levaduras) | 8 |
| Error (total) | 17 |

Para el diseño en bloques completamente al azar DBCA (3x6) se utilizó el siguiente esquema de ANAVA

Tabla 6

Esquema de análisis de varianza para DBCA

| FUENTES DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|----------------------|--------------------|
| Total | 60-1=59 |
| Bloque (Catadores) | 10-1=9 |
| Tratamiento | 6-1=5 |
| Error (total) | 45 |

- **Modelo matemático**

Para el diseño completamente al azar DCA en parcela (2x3) dividida se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = U + M_i + S_{k(i)} C_j + MC_{ij} + E_{ij}$$

Y_{ij} : Cualidades físico-químicas del vino de mortiño

U : Media poblacional

M_i : Efecto de i -ésimo tipo de mosto

$S_{k(i)}$: Error para el tipo de mosto

C_j : Efecto del j -ésimo cepas de levadura

MC_{ij} : Efecto de la interacción tipo de mosto* cepas de levadura

E_{ij} : Error experimental

Para el diseño en bloques completamente al azar DBCA (3x6) se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = U + M_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Análisis sensorial de los catadores para el vino de mortiño

U : Media poblacional

C_i : Efecto de i -ésimo catadores

C_j: Efecto del j-ésimo tratamientos

E_{ij}: Error experimental

- **Coefficiente de variación**

Es un índice que mide el porcentaje (%) del error con respecto a la media. Valores altos en el coeficiente de variación, indican una alta variabilidad en los datos, por lo que estos no estarían respaldando una verdadera evaluación de los tratamientos y en definitiva la credibilidad de los resultados y del experimento en general.

- **Análisis funcional**

Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT; para las variables sólidos solubles totales, pH, contenido alcohol y acidez titulable se realizó una prueba de comparación de medias DGC a un 95% de confiabilidad; para la variable color se realizó una prueba de comparación de medias de DGC y Tukey a un nivel de confianza del 95%; y para el análisis sensorial se realizó una prueba de Hotelling a un 95% de confiabilidad y también se realizaron los análisis de las encuestas con gráficos de pastel elaborados en el programa EXCEL.

3.3.10 Variables medidas

- **Sólidos solubles totales (°Brix)**

Para conocer el contenido de azúcares presentes en mosto, se usó un refractómetro digital cuya unidad de medida son los grados Brix. Se realizó una medición antes de la siembra para realizar la corrección del contenido de azúcar en el mosto, y las siguientes mediciones se realizaron después de la siembra cada 5, 6 y 10 días.

- **pH**

Para determinar el pH se utilizó un pH-metro digital (BOECO). Se realizó una medición antes de la siembra para realizar la corrección del pH en el mosto, y las siguientes mediciones se realizaron después de la siembra cada 5 y 10 días.

- **Acidez titulable para ácido cítrico (g.L⁻¹)**

Para determinar la acidez total se utilizó un equipo de titulación simple, donde, se realizó una medición antes de la siembra para realizar la corrección de la acidez total del mosto, y las siguientes mediciones se realizaron después de la siembra cada 5 y 10 días.

- **Contenido de alcohol (°GL)**

Una vez embotellados los tratamientos, se evaluó el contenido de alcohol, esto se lo realizó obteniendo una solución de etanol y agua mediante destilación simple usando un equipo de destilación básico. El contenido de alcohol fue medido por medio de un alcoholímetro, cuya unidad de medida es % de alcohol según la escala Gay Lussac.

- **Color**

Para medir el color se utilizó el sistema CIE-LAB para vinos tintos, el cual consiste en medir las absorbancias de los tratamientos a las longitudes de onda: 450, 520,570 y 630nm. Y con esto usar el programa para Windows MSCV (Método Simplificado para el Color de vinos) para Windows, para obtener los valores CIEL*a*b, los cuales posteriormente fueron ingresados en la aplicación para Android ColorLab con la finalidad de conocer el color exacto de los tratamientos. Para determinar los parámetros de Intensidad colorante (IC) y tonalidad (TN)se aplicaron las siguientes fórmulas:

- **Intensidad colorante (IC)** se obtuvo de la suma de las tres absorbancias a las longitudes de onda señaladas (Reglamento CEE N° 2676/90).

$$IC' = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

- **Tonalidad (TN)** es el cociente entre la absorbancia que representa al color amarillos y la que representa al color rojo (Reglamento CEE N° 2676/90).

$$TN=(A420/520)$$

- **Análisis sensorial**

El panel de jueces analíticos evaluó los atributos y variables presentados en la ficha de cata propuesta según su experiencia en catas. Las variables que se evaluaron fueron vista, nariz y boca. El panel de jueces analíticos fue de 10 personas, estudiantes de la Carrera en Administración Turística y Hotelera de la Universidad de las Fuerzas Armadas, que aprobaron la materia de Enología dictada por el sumiller Eloisa Acosta.

Para este estudio se utilizó una ficha de cata suministrada por el sumiller Eloisa Acosta y modificada por el autor de esta investigación (ver Figura 9).



Figura 9 Realización de la encuesta de aceptabilidad (análisis sensorial)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis fisicoquímicos

4.1.1 Sólidos solubles totales (°Brix)

Medir los °Brix nos permite comprobar que la etapa de fermentación se da de la manera esperada; esto demuestra que la disminución de los °Brix se relaciona al consumo de azúcar disponible y esta se está transformando en alcohol (Freile, 2011).

Los datos sobre el contenido de sólidos soluble totales (°Brix) se analizaron mediante modelos mixtos, donde se encontró diferencias altamente significativas entre todos los factores, para las pruebas de hipótesis marginales. Los factores analizados fueron, el factor individual cepas (F 1176,86 $p < 0,0001$), el factor individual tipo de mosto (F 11330,35 $p < 0,0001$) y la triple interacción significativa cepas, tipos de mosto y días (F 332,92 $p < 0,0001$) (ver Tabla 7).

Tabla 7

Pruebas de hipótesis marginales para la variable sólidos solubles totales (°Brix)

| Source | numDF | denDF | F-value | p-value |
|--------------------------|-------|-------|----------|---------|
| CEPAS | 2 | 118 | 1176,86 | <0,0001 |
| TIPO.DE.MOSTO | 1 | 118 | 11330,35 | <0,0001 |
| DIAS | 9 | 118 | 9548,82 | <0,0001 |
| CEPAS:TIPO.DE.MOSTO | 2 | 118 | 8827 | <0,0001 |
| CEPAS:DIAS | 18 | 118 | 37,63 | <0,0001 |
| TIPO.DE.MOSTO:DIAS | 9 | 118 | 160,68 | <0,0001 |
| CEPAS:TIPO.DE.MOSTO:DIAS | 18 | 118 | 332,92 | <0,0001 |

Para conocer la relación entre contenido de sólidos solubles totales (°Brix) y los factores en estudio se realizó una prueba de comparación de medias DGC. Al inicio de la investigación el contenido de °Brix fue alto y similar entre todos los tratamientos, sin embargo, este parámetro fue variando en el tiempo (ver Figura 10).

Los tratamientos que usaron la cepa SafAle S-04 fueron los más efectivos, ya que presentaron un menor promedio de °Brix $18,47 \pm 0,03$ después de 56 días de iniciada la fermentación con respecto a las demás cepas (ver Tabla 8).

Los tratamientos sin hollejo presentaron después de 56 días de iniciada la fermentación, menor promedio de °Brix $18,07 \pm 0,03$, siendo estos más efectivos con respecto a los tratamientos que presentaron mosto con hollejo (ver Tabla 9).

Tabla 8

*Promedio \pm error estándar del contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para el factor cepas*

| CEPAS | Medias | E.E. | | |
|----------|--------|------|---|---|
| T58. | 19,35 | 0,03 | A | |
| LEVAPAN. | 18,87 | 0,03 | | B |
| S04. | 18,47 | 0,03 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 9

*Promedio \pm error estándar del contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para el factor tipo de mosto*

| MOSTO | Medias | E.E. | | |
|-------|--------|------|---|---|
| CON. | 19,72 | 0,03 | A | |
| SIN. | 18,07 | 0,03 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para la triple interacción, el tratamiento T6 sobre el cual se aplicó levadura S-04 sin hollejo, presentó a los 56 días de iniciada la fermentación menor contenido de °Brix con una media de $12,40 \pm 0,09$ (ver Tabla 10), siendo este el mejor tratamiento; a este le sigue el tratamiento T2 donde se aplicó levadura Levapan sin hollejo teniendo una media de °Brix de $13,97 \pm 0,05$.

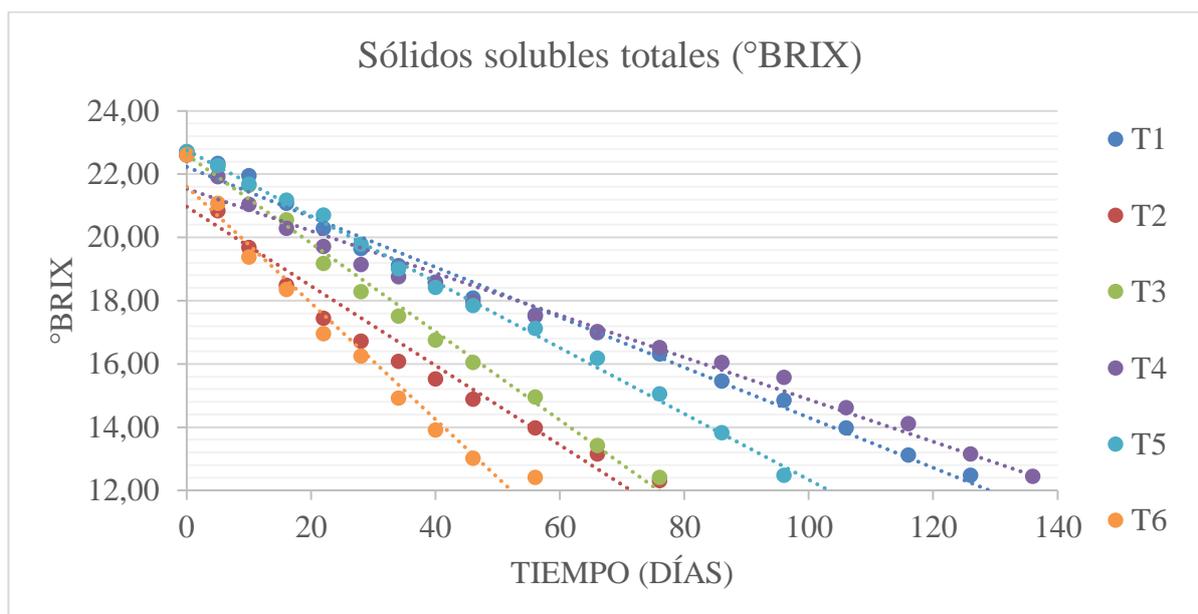
El resto de tratamientos fueron los menos efectivos ya que llegaron a los °Brix deseados en mayor tiempo (ver Figura 10).

Tabla 10

Promedio ± error estándar del contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en vino de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto

| CEPAS | MOSTO | DIAS | Medias | E.E. | |
|----------|-------|------|--------|------|---|
| S04. | CON. | 0 | 22,7 | 0,09 | A |
| T58. | CON. | 0 | 22,7 | 0,05 | A |
| LEVAPAN. | CON. | 0 | 22,7 | 0,05 | A |
| T58. | SIN. | 0 | 22,6 | 0,05 | A |
| LEVAPAN. | SIN. | 0 | 22,6 | 0,05 | A |
| S04. | SIN. | 0 | 22,6 | 0,09 | A |
| LEVAPAN. | CON. | 5 | 22,33 | 0,05 | B |
| S04. | CON. | 5 | 22,27 | 0,09 | B |
| T58. | CON. | 5 | 22,23 | 0,05 | B |
| LEVAPAN. | CON. | 10 | 21,93 | 0,05 | C |
| T58. | SIN. | 5 | 21,9 | 0,05 | C |
| S04. | CON. | 10 | 21,67 | 0,09 | D |
| T58. | CON. | 10 | 21,63 | 0,05 | D |
| S04. | CON. | 16 | 21,17 | 0,09 | E |
| S04. | SIN. | 5 | 21,07 | 0,09 | E |
| LEVAPAN. | CON. | 16 | 21,07 | 0,05 | E |
| T58. | SIN. | 10 | 21,03 | 0,05 | E |
| LEVAPAN. | SIN. | 5 | 20,83 | 0,05 | F |
| S04. | CON. | 22 | 20,7 | 0,09 | F |
| T58. | CON. | 16 | 20,53 | 0,05 | G |
| T58. | SIN. | 16 | 20,27 | 0,05 | H |
| LEVAPAN. | CON. | 22 | 20,27 | 0,05 | H |
| S04. | CON. | 28 | 19,77 | 0,09 | I |
| T58. | SIN. | 22 | 19,7 | 0,05 | I |
| LEVAPAN. | SIN. | 10 | 19,67 | 0,05 | I |
| LEVAPAN. | CON. | 28 | 19,63 | 0,05 | I |
| S04. | SIN. | 10 | 19,37 | 0,09 | J |
| T58. | CON. | 22 | 19,17 | 0,05 | K |
| T58. | SIN. | 28 | 19,13 | 0,05 | K |
| LEVAPAN. | CON. | 34 | 19,1 | 0,05 | K |
| S04. | CON. | 34 | 19 | 0,09 | K |
| T58. | SIN. | 34 | 18,73 | 0,05 | L |
| LEVAPAN. | CON. | 40 | 18,57 | 0,05 | M |
| T58. | SIN. | 40 | 18,53 | 0,05 | M |
| LEVAPAN. | SIN. | 16 | 18,47 | 0,05 | M |
| S04. | CON. | 40 | 18,4 | 0,09 | M |
| S04. | SIN. | 16 | 18,33 | 0,09 | M |
| T58. | CON. | 28 | 18,27 | 0,05 | N |
| LEVAPAN. | CON. | 46 | 18,07 | 0,05 | O |
| T58. | SIN. | 46 | 17,93 | 0,05 | P |
| S04. | CON. | 46 | 17,83 | 0,09 | P |
| LEVAPAN. | CON. | 56 | 17,53 | 0,05 | Q |
| T58. | CON. | 34 | 17,5 | 0,05 | Q |
| T58. | SIN. | 56 | 17,5 | 0,05 | Q |
| LEVAPAN. | SIN. | 22 | 17,43 | 0,05 | Q |
| S04. | CON. | 56 | 17,1 | 0,09 | R |
| S04. | SIN. | 22 | 16,93 | 0,09 | R |
| T58. | CON. | 40 | 16,73 | 0,05 | S |
| LEVAPAN. | SIN. | 28 | 16,7 | 0,05 | S |
| S04. | SIN. | 28 | 16,23 | 0,09 | T |
| LEVAPAN. | SIN. | 34 | 16,07 | 0,05 | T |
| T58. | CON. | 46 | 16,03 | 0,05 | T |
| LEVAPAN. | SIN. | 40 | 15,5 | 0,05 | U |
| T58. | CON. | 56 | 14,93 | 0,05 | W |
| S04. | SIN. | 34 | 14,9 | 0,09 | W |
| LEVAPAN. | SIN. | 46 | 14,87 | 0,05 | W |
| LEVAPAN. | SIN. | 56 | 13,97 | 0,05 | X |
| S04. | SIN. | 40 | 13,9 | 0,09 | X |
| S04. | SIN. | 46 | 13 | 0,09 | Y |
| S04. | SIN. | 56 | 12,4 | 0,09 | Z |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



T1 (Levadura Levapan con hollejo); T2 (Levadura Levapan sin hollejo), T3 (Levadura T-58 con hollejo), T4 (Levadura T-58 sin hollejo), T5 (Levadura S-04 con hollejo) y T6 (Levadura S-04 sin hollejo)

Figura 10 Relación entre sólidos solubles totales (°Brix) vs tiempo (días) en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) de los seis tratamientos establecidos de acuerdo a la Tabla 6

El tiempo de fermentación podría depender de varios factores, como la temperatura de fermentación, el tipo de levadura que se usa, entre otros, sin embargo, fermentaciones muy lentas podrían traer problemas ya que el vino podría oxidarse y podría dar paso a que microorganismos no deseados se establezcan en el mismo (Bisson, 2002), por lo que conviene fermentaciones rápidas, ya que uno de los factores que influye en el trabajo de las levaduras es el contenido de alcohol, pudiendo este inhibir la fermentación y disminuir la viabilidad de las levaduras; pueden haber aún azúcares fermentables en el mosto pero la levadura llegó a su límite tolerable (Shuler & Kargi, 2002).

En un estudio realizado por (Viteri V. , 2016), se utilizó la cepa de levadura S-04 para bebidas de bajo contenido alcohólico a partir de durazno, la cual mostró un mayor tiempo de fermentación respecto a las otras levaduras utilizadas. (Ruíz, 2011), en su investigación sobre el desarrollo de vino de mortiño determinó que el tiempo de fermentación fue menor a mayor

proporción de fruta, utilizando levadura vínica LALVIN QA23. En el estudio de (Viteri J. , 2018), el tratamiento que usó levadura S-04 en vino de mortiño fue el que tuvo un mayor tiempo de fermentación, siendo este de 23 días, llegando a los 11,4 °Brix, sin embargo, este tiempo de fermentación es significativamente menor al que tuvo el mismo tratamiento en este estudio.

4.1.2 pH

El pH es uno de los factores más importantes durante el proceso de fermentación ya que de este depende el buen papel que desempeñen las levaduras, además, el incremento de pH reduce la sensación de astringencia y este puede variar aproximadamente de 2,8 a 4,2. Sin embargo hace algunos años en los primeros tratados de enología se hablaba de una variación de pH entre 2,5 y 3,8, es decir se observa una tendencia de incremento de los límites del pH de vino con el pasar de los años (Chatonnet, 2005).

Los datos sobre el pH se analizaron mediante modelos mixtos, donde se encontró diferencias altamente significativas entre todos los factores, para las pruebas de hipótesis marginales. Los factores analizados fueron, el factor individual cepas (F 2218,02 $p < 0,0001$), el factor individual tipo de mosto (F 709,13 $p < 0,0001$) y para la triple interacción: cepas, tipo de mosto y días (F57,46 $p < 0,0001$) (ver Tabla 11).

Tabla 11
Pruebas de hipótesis marginales para la variable pH

| Source | numDF | denDF | F-value | p-value |
|--------------------------|-------|-------|---------|---------|
| CEPAS | 2 | 118 | 2218,02 | <0,0001 |
| TIPO.DE.MOSTO | 1 | 118 | 709,13 | <0,0001 |
| DIAS | 9 | 118 | 1582,34 | <0,0001 |
| CEPAS:TIPO.DE.MOSTO | 2 | 118 | 4204,66 | <0,0001 |
| CEPAS:DIAS | 18 | 118 | 13,62 | <0,0001 |
| TIPO.DE.MOSTO:DIAS | 9 | 118 | 33,6 | <0,0001 |
| CEPAS:TIPO.DE.MOSTO:DIAS | 18 | 118 | 57,46 | <0,0001 |

Para conocer la relación entre el pH y los factores en estudio se realizó una prueba de comparación de medias DGC, donde los tratamientos que usaron la levadura SafAle S-04, después de 56 días de iniciada la fermentación, presentaron un mayor pH de $3,04 \pm 1,30E-03$ con respecto al resto de cepas de levadura utilizadas (ver Tabla 12).

Los tratamientos que utilizaron mosto sin hollejo presentaron un mayor pH $3,04 \pm 1,20E-03$, con respecto a los tratamientos que usaron mosto con hollejo (ver Tabla 13), lo que representa una menor acidez y astringencia en el producto, la cual estaría relacionada directamente a la presencia de hollejo en el mosto.

Tabla 12

*Promedio \pm error estándar del contenido de pH en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para el factor cepas*

| CEPAS | Medias | E.E. | | |
|----------|--------|----------|---|---|
| S04. | 3,04 | 1,30E-03 | A | |
| LEVAPAN. | 2,97 | 1,40E-03 | | B |
| T58. | 2,95 | 1,20E-03 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 13

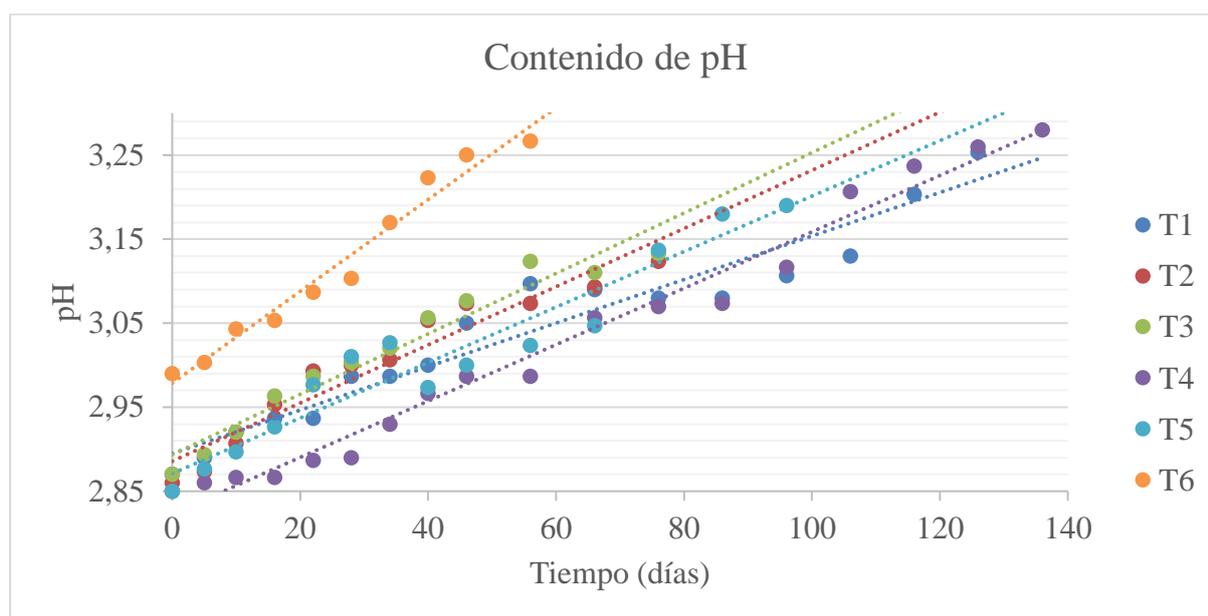
*Promedio \pm error estándar del contenido de pH en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para el factor tipo de mosto*

| MOSTO | Medias | E.E. | | |
|-------|--------|----------|---|---|
| SIN. | 3 | 1,20E-03 | A | |
| CON. | 2,97 | 1,20E-03 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para la triple interacción, el tratamiento T6 sobre el cual se aplicó levadura S-04 sin hollejo presentó un mayor pH a los 56 días de iniciada la fermentación teniendo una media de $3,27 \pm 4,4E-03$, a este le sigue el tratamiento T3 donde se aplicó levadura T-58 con hollejo teniendo una media de pH de $3,12 \pm 4,3E-03$ (ver Tabla 14).

Al inicio del estudio los valores de pH eran bajos y muy similares entre sí, sin embargo, estos variaron en el tiempo y al final del proceso de fermentación los tratamientos T4 (Levadura T-58 sin hollejo) y T6 (Levadura S-04 sin hollejo) presentaron mayor pH con una media de 3,28 y 3,27 respectivamente, lo que representa un producto menos ácido y astringente (ver Figura 11).



T1 (Levadura Levapan con hollejo); T2 (Levadura Levapan sin hollejo), T3 (Levadura T-58 con hollejo), T4 (Levadura T-58 sin hollejo), T5 (Levadura S-04 con hollejo) y T6 (Levadura S-04 sin hollejo)

Figura 11 Relación entre pH vs tiempo (días) en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para los seis tratamientos estudiados de acuerdo a la Tabla 6

En un estudio realizado por (Jácome J. , 2014), se comprueba que el pH en la elaboración de vino de mortiño tiene valores más altos al final de la fermentación, empezando con valores de 2,53 y terminando con valores de 3,09. Sin embargo, también que tener cuidado con valores altos de pH ya que, los vinos con pH más elevado presentan una mayor intensidad colorante que los vinos con menor pH, lo que implica un mayor riesgo de oxidación ya que a mayor pH existe una mayor acumulación de moléculas en forma de felonato que aceleran el proceso de oxidación del vino (Paladino, y otros, 2008).

4.1.3 Acidez titulable para ácido cítrico (g.L⁻¹)

Los datos sobre la acidez titulable se analizaron mediante modelos mixtos, donde se encontró diferencias altamente significativas entre todos los factores, para las pruebas de hipótesis marginales.

Los factores analizados fueron, el factor individual cepas (F 90,55 p=<0,0001), el factor individual tipo de mosto (F 214,37 p=<0,0001) y la triple interacción cepas, tipo de mosto y días (F 8,84 p=<0,0001) (ver Tabla 15).

Tabla 15
Pruebas de hipótesis marginales para la variable acidez titulable

| Source | numDF | denDF | F-value | p-value |
|--------------------------|-------|-------|---------|---------|
| CEPAS | 2 | 118 | 90,55 | <0,0001 |
| TIPO.DE.MOSTO | 1 | 118 | 214,37 | <0,0001 |
| DIAS | 9 | 118 | 486,52 | <0,0001 |
| CEPAS:TIPO.DE.MOSTO | 2 | 118 | 144,78 | <0,0001 |
| CEPAS:DIAS | 18 | 118 | 8,22 | <0,0001 |
| TIPO.DE.MOSTO:DIAS | 9 | 118 | 8,74 | <0,0001 |
| CEPAS:TIPO.DE.MOSTO:DIAS | 18 | 118 | 8,84 | <0,0001 |

Para conocer la relación entre acidez titulable y los factores en estudio se realizó una prueba de comparación de medias DGC, donde los tratamientos que utilizaron la cepa de levadura Levapan, después de 56 días de iniciada la fermentación, presentaron una menor acidez titulable con una media de $5,87 \pm 0,01$ con respecto al resto de cepas que son estadísticamente similares (ver Tabla 16).

Los tratamientos que utilizaron mosto con hollejo presentaron una menor acidez titulable $5,87 \pm 0,01$, con respecto a los tratamientos que usaron mosto sin hollejo (ver Tabla 17), lo que representa una menor acidez y astringencia en el producto, la cual estaría relacionada directamente a la presencia de hollejo en el mosto, sin embargo, se puede notar que la acidez y el pH son inversamente proporcionales.

Tabla 16

*Promedio \pm error estándar de la acidez titulable en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para el factor cepas*

| CEPAS | Medias | E.E. | | |
|----------|--------|------|---|---|
| T58. | 6,02 | 0,01 | A | |
| S04. | 6 | 0,01 | A | |
| LEVAPAN. | 5,87 | 0,01 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 17

*Promedio \pm error estándar de la acidez titulable en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para el factor tipo de mosto*

| MOSTO | Medias | E.E. | | |
|-------|--------|------|---|---|
| SIN. | 6,06 | 0,01 | A | |
| CON. | 5,87 | 0,01 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para la triple interacción, a los 56 días de iniciada la fermentación, el tratamiento que presentó una acidez más baja fue T1 (Levadura Levapan con hollejo) con una media de $6,13 \pm 4,00E-02$ (ver Tabla 18), a estos le siguen los tratamientos T4 (Levadura T-58 sin hollejo) y T5 (Levadura S-04 con hollejo) teniendo una media de acidez de $6,27 \pm 0,03$ Y $6,03 \pm 7,00E-02$.

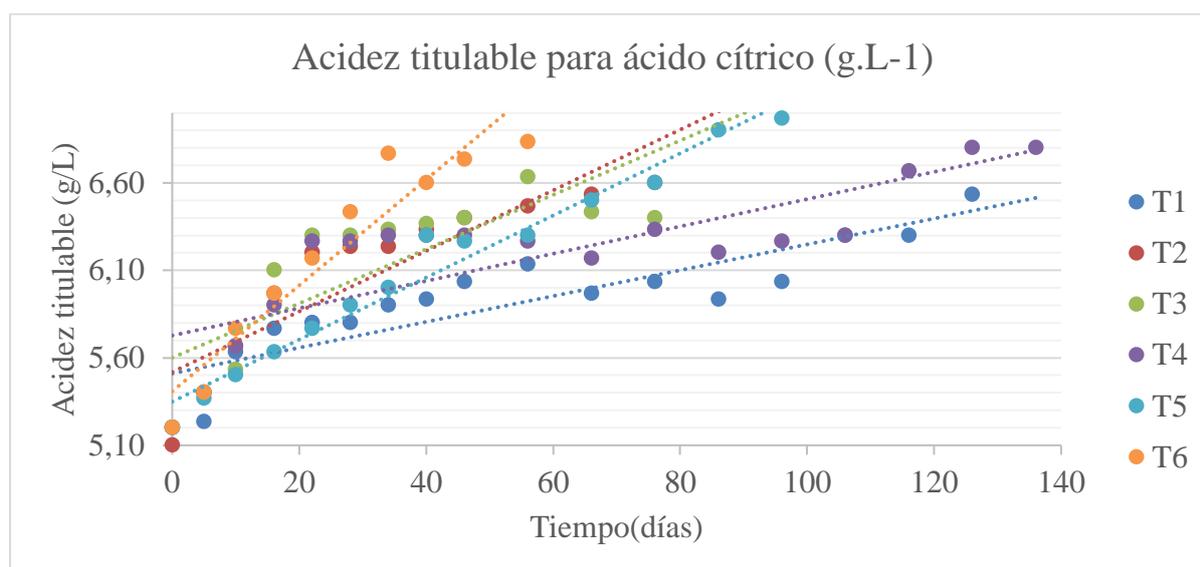
Al inicio del estudio los valores de acidez titulable para ácido cítrico eran bajos y muy similares entre sí, encontrándose estos entre los valores óptimos para una eficiente acción de las levaduras en el proceso de fermentación, sin embargo, estos variaron con el tiempo y al final del proceso de fermentación los tratamientos T1 (Levadura Levapan con hollejo) y T3 (Levadura T-58 con hollejo) fueron los que presentaron menor acidez titulable para ácido cítrico con respecto a los otros tratamientos, presentando medias de 6,5; y 6,4 $g.L^{-1}$ respectivamente (ver Figura 12).

Tabla 18

Promedio ± error estándar de la acidez titulable en vino de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth.). con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto

| CEPAS | TIPO.DE.MOSTO | DIAS | Medias | E.E. | | | | | |
|----------|---------------|------|--------|----------|---|---|---|---|---|
| S04. | SIN. | 56 | 6,83 | 7,00E-02 | A | | | | |
| S04. | SIN. | 34 | 6,77 | 7,00E-02 | A | | | | |
| S04. | SIN. | 46 | 6,73 | 7,00E-02 | A | | | | |
| T58. | CON. | 56 | 6,63 | 3,00E-02 | A | | | | |
| S04. | SIN. | 40 | 6,6 | 7,00E-02 | A | | | | |
| LEVAPAN. | SIN. | 56 | 6,47 | 4,00E-02 | | B | | | |
| S04. | SIN. | 28 | 6,43 | 0,07 | | B | | | |
| T58. | CON. | 46 | 6,4 | 3,00E-02 | | B | | | |
| LEVAPAN. | SIN. | 46 | 6,4 | 4,00E-02 | | B | | | |
| T58. | CON. | 40 | 6,37 | 0,03 | | | C | | |
| T58. | CON. | 34 | 6,33 | 0,03 | | | C | | |
| LEVAPAN. | SIN. | 40 | 6,33 | 4,00E-02 | | | C | | |
| T58. | CON. | 22 | 6,3 | 0,03 | | | C | | |
| T58. | SIN. | 46 | 6,3 | 3,00E-02 | | | C | | |
| S04. | CON. | 40 | 6,3 | 0,07 | | | C | | |
| S04. | CON. | 56 | 6,3 | 7,00E-02 | | | C | | |
| T58. | SIN. | 40 | 6,3 | 3,00E-02 | | | C | | |
| T58. | SIN. | 34 | 6,3 | 3,00E-02 | | | C | | |
| T58. | CON. | 28 | 6,3 | 3,00E-02 | | | C | | |
| T58. | SIN. | 28 | 6,27 | 3,00E-02 | | | C | | |
| T58. | SIN. | 56 | 6,27 | 0,03 | | | C | | |
| T58. | SIN. | 22 | 6,27 | 3,00E-02 | | | C | | |
| S04. | CON. | 46 | 6,27 | 7,00E-02 | | | C | | |
| LEVAPAN. | SIN. | 34 | 6,23 | 4,00E-02 | | | C | | |
| LEVAPAN. | SIN. | 28 | 6,23 | 0,04 | | | C | | |
| LEVAPAN. | SIN. | 22 | 6,2 | 0,04 | | | C | | |
| S04. | SIN. | 22 | 6,17 | 0,07 | | | C | | |
| LEVAPAN. | CON. | 56 | 6,13 | 4,00E-02 | | | | D | |
| T58. | CON. | 16 | 6,1 | 3,00E-02 | | | | D | |
| LEVAPAN. | CON. | 46 | 6,03 | 4,00E-02 | | | | | E |
| S04. | CON. | 34 | 6 | 7,00E-02 | | | | | E |
| LEVAPAN. | SIN. | 16 | 5,97 | 0,04 | | | | | E |
| S04. | SIN. | 16 | 5,97 | 0,07 | | | | | E |
| LEVAPAN. | CON. | 40 | 5,93 | 4,00E-02 | | | | | E |
| T58. | SIN. | 16 | 5,9 | 3,00E-02 | | | | | E |
| S04. | CON. | 28 | 5,9 | 7,00E-02 | | | | | E |
| LEVAPAN. | CON. | 34 | 5,9 | 4,00E-02 | | | | | E |
| LEVAPAN. | CON. | 22 | 5,8 | 0,04 | | | | | F |
| LEVAPAN. | CON. | 28 | 5,8 | 0,04 | | | | | F |
| LEVAPAN. | CON. | 16 | 5,77 | 0,04 | | | | | F |
| S04. | SIN. | 10 | 5,77 | 7,00E-02 | | | | | F |
| S04. | CON. | 22 | 5,77 | 7,00E-02 | | | | | F |
| T58. | SIN. | 10 | 5,67 | 0,03 | | | | | F |
| LEVAPAN. | SIN. | 10 | 5,67 | 4,00E-02 | | | | | F |
| S04. | CON. | 16 | 5,63 | 0,07 | | | | | F |
| LEVAPAN. | CON. | 10 | 5,63 | 4,00E-02 | | | | | F |
| T58. | CON. | 10 | 5,53 | 3,00E-02 | | | | | G |
| S04. | CON. | 10 | 5,5 | 0,07 | | | | | G |
| T58. | SIN. | 5 | 5,4 | 3,00E-02 | | | | | G |
| T58. | CON. | 5 | 5,4 | 3,00E-02 | | | | | G |
| LEVAPAN. | SIN. | 5 | 5,4 | 4,00E-02 | | | | | G |
| S04. | SIN. | 5 | 5,4 | 0,07 | | | | | G |
| S04. | CON. | 5 | 5,37 | 0,07 | | | | | G |
| LEVAPAN. | CON. | 5 | 5,23 | 4,00E-02 | | | | | H |
| T58. | CON. | 0 | 5,2 | 3,00E-02 | | | | | H |
| T58. | SIN. | 0 | 5,2 | 3,00E-02 | | | | | H |
| S04. | CON. | 0 | 5,2 | 7,00E-02 | | | | | H |
| LEVAPAN. | CON. | 0 | 5,2 | 0,04 | | | | | H |
| S04. | SIN. | 0 | 5,2 | 7,00E-02 | | | | | H |
| LEVAPAN. | SIN. | 0 | 5,1 | 4,00E-02 | | | | | H |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



T1 (Levadura Levapan con hollejo); T2 (Levadura Levapan sin hollejo), T3 (Levadura T-58 con hollejo), T4 (Levadura T-58 sin hollejo), T5 (Levadura S-04 con hollejo) y T6 (Levadura S-04 sin hollejo)

Figura 12 Relación entre acidez titulable para ácido cítrico (g.L^{-1}) vs tiempo (días) en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para los seis tratamientos estudiados de acuerdo a la Tabla 6

En el estudio realizado por (Ruíz, 2011), se indica que la acidez aumenta y es más alta con una mayor porción de fruta, sin embargo, en dicho estudio se mide la acidez en relación al ácido málico que dice predominar en el mortiño, lo que contrasta con la presente investigación, donde la acidez fue medida en relación al ácido cítrico, en base a lo mencionado en el estudio de (Ávila, Cuspoca, Fischer, Ligarreto, & Quicazán, 2007), donde señalan que el ácido cítrico fue el ácido predominante en el mortiño, seguido del ácido málico. En el presente estudio también se puede notar que existe un aumento en la acidez titulable en base al ácido cítrico lo que contrasta con el estudio de (Jácome & Navas, 2015), que señalan que los valores de acidez expresada como porcentaje de ácido cítrico, registrados durante la fermentación, mostraron disminución en todos los tratamientos. Se tuvieron valores desde 0,6-0,79% de ácido cítrico al inicio del proceso de fermentación, hasta 0,50-0,58% al final, esto se explica por la precipitación del bitartrato formado del potasio y calcio de las

partes sólidas, como consecuencia de la formación de alcohol, que reduce su solubilidad en vino (Rizzon, Zanuz, & Miele, 1998).

4.1.4 Contenido de alcohol

Los datos obtenidos durante la investigación fueron analizados mediante modelos mixtos, y al analizar las pruebas de hipótesis marginales se determinó un efecto significativo para el factor individual tipo de mosto (F 8,33 p= 0,0137) y para la doble interacción de los factores cepas y tipo de mosto (F 21,58 p= 0,0001) sobre el contenido de alcohol en el vino (ver Tabla 19).

Tabla 19

Pruebas de hipótesis marginales para la variable contenido de alcohol

| Source | numDF | denDF | F-value | p-value |
|---------------------|-------|-------|---------|---------|
| CEPAS | 2 | 12 | 0,08 | 0,9206 |
| TIPO.DE.MOSTO | 1 | 12 | 8,33 | 0,0137 |
| CEPAS:TIPO.DE.MOSTO | 2 | 12 | 21,58 | 0,0001 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para conocer la relación entre el contenido alcohólico y los factores en estudio se realizó una prueba de comparación de medias DGC, donde los tratamientos que utilizaron mosto con hollejo presentaron un mayor contenido alcohólico $11 \pm 0,27$, con respecto a los tratamientos que usaron mosto sin hollejo (ver Tabla 21), donde, el contenido de alcohol estaría relacionado con el uso de hollejo en el mosto, ya que el hollejo presenta flavonoides y azúcares, los cuales intervienen en una mayor producción de alcohol (Zúñiga, 2005).

Para la doble interacción, el tratamiento 1 (Levadura Levapan con hollejo) presentó el mayor promedio de alcohol ($12,67 \text{ }^\circ\text{GL} \pm 0,47$) a diferencia del resto de tratamientos, por otra parte, el tratamiento 2 (Levadura Levapan sin hollejo) presentó la menor media ($8,00 \text{ }^\circ\text{GL} \pm 0,47$), el resto de cepas evaluadas no presentaron diferencias significativas entre sí (Ver Tabla 20).

Tabla 20

*Promedio \pm error estándar del contenido de alcohol en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto*

| CEPAS | TIPO.DE.MOSTO | Medias | E.E. | | |
|----------|---------------|--------|------|---|---|
| LEVAPAN. | CON. | 12,67 | 0,47 | A | |
| T58. | SIN. | 11 | 0,47 | | B |
| S04. | SIN. | 10,67 | 0,47 | | B |
| S04. | CON. | 10,33 | 0,47 | | B |
| T58. | CON. | 10 | 0,47 | | B |
| LEVAPAN. | SIN. | 8 | 0,47 | | C |

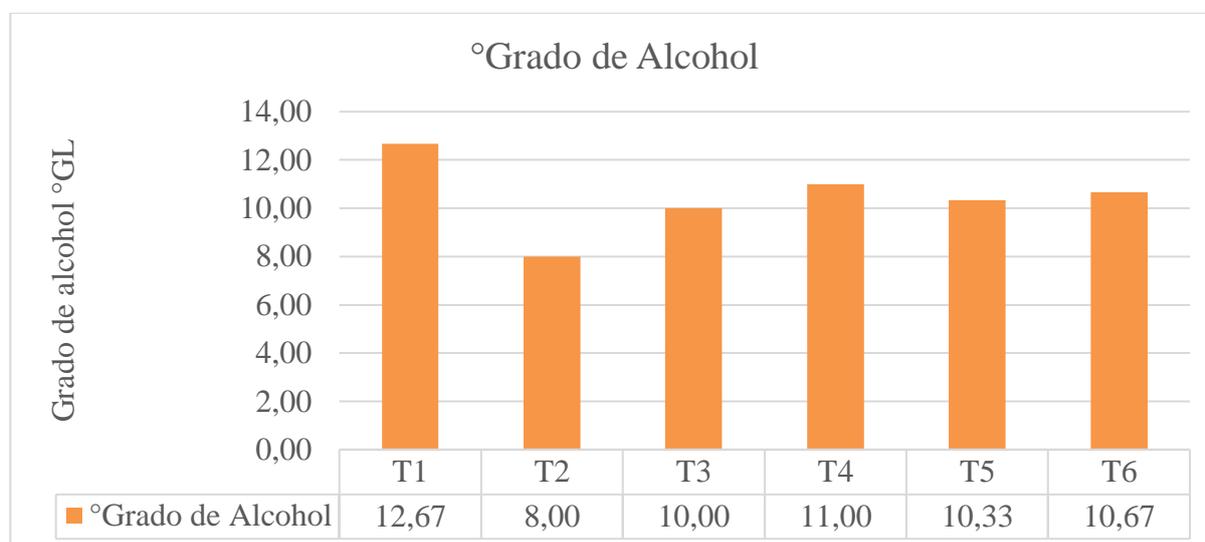
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 21

*Promedio \pm error estándar del contenido de alcohol en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para el factor tipo de mosto*

| MOSTO | Medias | E.E. | | |
|-------|--------|------|---|---|
| CON. | 11 | 0,27 | A | |
| SIN. | 9,89 | 0,27 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



T1 (Levadura Levapan con hollejo); T2 (Levadura Levapan sin hollejo), T3 (Levadura T-58 con hollejo), T4 (Levadura T-58 sin hollejo), T5 (Levadura S-04 con hollejo) y T6 (Levadura S-04 sin hollejo)

Figura 13 Contenido alcohólico en °GL en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto para los seis tratamientos estudiados de acuerdo a la Tabla 6

En el estudio realizado por (Ruíz, 2011), se utilizó una única levadura para todos los tratamientos, que fue la levadura LALVIN QA23, levadura especializada para vinos traída desde España. Además, en el mismo estudio el grado alcohólico en los tratamientos para

vinos dulces son similares y redondean el 12%, lo que difiere con nuestro estudio, ya que al usar una cepa de levadura diferente (levadura de pan Levapan), existe un contraste en el grado alcohólico por el uso de hollejo, sin embargo, al usar las levaduras de cerveza (T-58 y S-04), se notó un grado alcohólico similar rondando los 10-11 °GL (ver Figura 13).

En el estudio realizado por (Viteri J. , 2018), el tratamiento en el que se utilizó la levadura S-04 presento uno de los mayores contenidos de alcohol con respecto al resto sienta una media de 6,6% a los 23 días, lo que difiere con el presente estudio que a los 56 días el tratamiento T6 y a los 76 días el tratamiento T5, presentaron un mayor contenido alcohólico, pudiendo llegar a la conclusión que el tiempo de fermentación influye en la transformación de azúcar en alcohol (Freile, 2011).

4.1.5 Escala de color

- **Intensidad colorante**

La intensidad colorante o también llamada fuerza de color, se refiere al grado de pureza de un color y se obtiene mediante la suma de las absorbancias a 420 nm (amarillo), 520 nm (rojo) y 620 nm (azul-violáceo) (Sáez, 2012).

Los datos obtenidos durante la investigación fueron analizados con modelos mixtos, y al analizar las pruebas de hipótesis marginales se determinó un efecto significativo para la interacción de los factores, cepas y tipo de mosto (F 23,75 p=0,0001) y para el factor individual cepas (F 29,26 p=<0,0001), sobre la intensidad colorante en el vino (ver Tabla 22).

Tabla 22

Pruebas de hipótesis marginales para la variable intensidad colorante

| | numDF | F-value | p-value |
|---------------------|-------|---------|---------|
| (Intercept) | 1 | 4363,07 | <0,0001 |
| CEPAS | 2 | 29,26 | <0,0001 |
| TIPO.DE.MOSTO | 1 | 4,64 | 0,0523 |
| CEPAS:TIPO.DE.MOSTO | 2 | 23,75 | 0,0001 |

Los tratamientos que usaron la cepa de levadura SafAle S-04 presentaron una mayor intensidad colorante $9,33 \pm 0,21$ lo que representa que los tratamientos que usaron esta cepa presentaron mayor acumulación de pigmentos en el producto final (ver Tabla 24).

Para la doble interacción, el tratamiento T6 (Levadura S-04 sin hollejo) presentó significancia con respecto a los otros tratamientos, ya que este presentó una mayor intensidad colorante de $10,75 \pm 0,30$. El resto de tratamientos no presentaron significancia entre sí (ver Tabla 23).

Tabla 23

*Promedio \pm error estándar de la Intensidad colorante en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto*

| CEPAS | TIPO.DE.MOSTO | Medias | E.E. | | |
|----------|---------------|--------|------|---|---|
| S04. | SIN. | 10,75 | 0,3 | A | |
| S04. | CON. | 7,9 | 0,3 | | B |
| LEVAPAN. | CON. | 7,84 | 0,3 | | B |
| T58. | CON. | 7,52 | 0,3 | | B |
| T58. | SIN. | 7,24 | 0,3 | | B |
| LEVAPAN. | SIN. | 6,84 | 0,3 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 24

*Promedio \pm error estándar de la Intensidad colorante en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para el factor cepas*

| CEPAS | Medias | E.E. | | |
|----------|--------|------|---|---|
| S04. | 9,33 | 0,21 | A | |
| T58. | 7,38 | 0,21 | | B |
| LEVAPAN. | 7,34 | 0,21 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En general todos los tratamientos presentan valores altos de intensidad colorante. En un estudio realizado por (Ocaña, 2012), se determinó que los tratamientos con mayor cantidad de fruta tuvieron valores más altos de IC lo que se debe a los antocianos libres, los cuales se combinan con compuestos fenólicos y otros componentes del vino.

(Ruíz, 2011), indica que los vinos con menor intensidad colorante fueron menos valorados, y también que los vinos de mortiño tienden a llegar a coloraciones menos intensas con mayor rapidez, en su estudio se presentan valores promedio de IC para vinos secos de

4,56 y para vinos dulces de 2,29, siendo estos valores muy bajos respecto a los del presente estudio.

- **Tonalidad**

La tonalidad, matiz o tinte permite distinguir los colores entre sí y esta se expresa por el ángulo que forma con el eje de las longitudes de onda correspondientes a 420 y 520 nm.

Los datos obtenidos durante la investigación fueron analizados con modelos mixtos, y al analizar las pruebas de hipótesis marginales se determinó un efecto significativo para la interacción de los factores, cepas y tipo de mosto (F 55,44 $p < 0,0001$); así también se encontró significancia para los factores individuales cepas (F 80,59 $p < 0,0001$) y tipo de mosto (F 75,58 $p < 0,0001$), sobre la intensidad colorante en el vino (ver Tabla 25).

Tabla 25

Pruebas de hipótesis marginales para la variable tonalidad

| | numDF | F-value | p-value |
|---------------------|--------------|----------------|----------------|
| (Intercept) | 1 | 8517,02 | <0,0001 |
| CEPAS | 2 | 80,59 | <0,0001 |
| TIPO.DE.MOSTO | 1 | 75,58 | <0,0001 |
| CEPAS:TIPO.DE.MOSTO | 2 | 55,44 | <0,0001 |

Para conocer la relación entre la tonalidad y los factores en estudio se realizó una prueba de comparación de medias DGC, donde, los tratamientos que utilizaron la cepa de levadura SafAle S-04 presentaron menor valor en tonalidad $0,38 \pm 0,01$, con respecto al resto de cepas lo que representa que los tratamientos que usaron esta cepa tienen tonalidades más rojizas (ver Tabla 27).

Los tratamientos que usaron mosto sin hollejo presentaron menor valor de tonalidad $0,42 \pm 0,01$, con respecto a los tratamientos con hollejo (ver Tabla 28), lo que significa que los polifenoles presentes en el hollejo le dan tonalidades menos rojizas.

Para la doble interacción se determinó que existió diferencia significativa entre el tratamiento T6 (Levadura S-04 sin hollejo) con respecto al resto de tratamientos quienes no

presentaron diferencias significativas entre sí, donde T6 presentó un valor de tonalidad promedio de $0,26 \pm 0,01$ que es más bajo con respecto al resto de tratamientos (ver Tabla 26), lo que confirma lo indicado (Obeque, 2003), que señala que la tonalidad relaciona las componentes roja y amarilla del color de un vino tinto, el cual es indirectamente proporcional a la intensidad colorante. En el estudio de (Ruíz, 2011), los valores para tonalidad en vino de mortiño superan el 1, lo que difiere con los valores de este estudio que son menores a uno, lo que indica que la componente roja es mayor en el vino de mortiño elaborado en el presente estudio.

Tabla 26

*Promedio \pm error estándar de la tonalidad en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto*

| CEPAS | TIPO.DE.MOSTO | Medias | E.E. | |
|----------|---------------|--------|------|---|
| T58. | CON. | 0,53 | 0,01 | A |
| T58. | SIN. | 0,52 | 0,01 | A |
| LEVAPAN. | CON. | 0,5 | 0,01 | A |
| S04. | CON. | 0,5 | 0,01 | A |
| LEVAPAN. | SIN. | 0,49 | 0,01 | A |
| S04. | SIN. | 0,26 | 0,01 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 27

*Promedio \pm error estándar de la tonalidad en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para el factor cepas*

| CEPAS | Medias | E.E. | |
|----------|--------|------|---|
| T58. | 0,53 | 0,01 | A |
| LEVAPAN. | 0,5 | 0,01 | B |
| S04. | 0,38 | 0,01 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 28

*Promedio \pm error estándar de la tonalidad en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) para el factor tipo de mosto*

| MOSTO | Medias | E.E. | | 2 |
|-------|--------|------|---|---|
| CON. | 0,51 | 0,01 | A | |
| SIN. | 0,42 | 0,01 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- **Coordenadas cromáticas CIEL*a*b**

Para la caracterización del color de vinos blancos, rosados y tintos, se utiliza por lo general el método CIEL*a*b, siendo este también uno de los que mejor se adapta a la apreciación de los catadores. Las coordenadas del espacio CIEL*a*b están determinadas por tres ejes los cuales representan las graduaciones de colores opuestos, donde L* va desde el blanco al negro, a* va desde el verde el rojo y b* va desde el amarillo al azul (Garrido, 2006).

A continuación, se presentan los promedios para relacionar el color de los vinos con los parámetros CIEL*a*b, y esta secuencia se usa para explicar el proceso de evolución del vino con el paso del tiempo, así se pueden observar que los vinos más jóvenes se relacionan con los rojos más violetas, rojos púrpuras y rojos granates, quedando al contrario los vinos envejecidos con colores castaños, donde la componente amarilla predomina (Ortega, y otros, 1994) (ver Tabla 29).

Tabla 29

*Relación entre promedios de parámetros CIEL*a*b y tipos de color en vinos tintos*

| Color | L* | a* | b* |
|---------------|-----------|-----------|-----------|
| Rojo violáceo | 8 | 30 | 15 |
| Rojo púrpura | 19 | 50 | 34 |
| Rojo granate | 34 | 50 | 34 |
| Rojo cereza | 29 | 54 | 43 |
| Rojo rubí | 42 | 54 | 43 |
| Rojo teja | 43 | 50 | 48 |
| Rojo castaño | 37 | 51 | 53 |
| Marrón | más de 40 | más de 51 | más de 62 |

Fuente: (Ortega, y otros, 1994)

Para la variable L* no existió ningún efecto significativo para los factores en estudio; para la variable a* existió un efecto significativo para la interacción cepas y tipo de mosto (F 4,45 p=0,0357), y para la variable b* existió un efecto significativo para la interacción cepas y tipo de mosto (F 5,24 p=0,0231) (ver Tablas 30, 31 y 32).

Tabla 30
*Cuadro de análisis de varianza para la variable L**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo. | 121,58 | 5 | 24,32 | 1,17 | 0,3783 |
| CEPAS | 20,3 | 2 | 10,15 | 0,49 | 0,6251 |
| MOSTO | 31,73 | 1 | 31,73 | 1,53 | 0,2401 |
| CEPAS*MOSTO | 69,54 | 2 | 34,77 | 1,67 | 0,2284 |
| Error | 249,25 | 12 | 20,77 | | |
| Total | 370,83 | 17 | | | |

Tabla 31
*Cuadro de análisis de varianza para la variable a**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo. | 450,53 | 5 | 90,11 | 3,96 | 0,0235 |
| CEPAS | 163,53 | 2 | 81,76 | 3,6 | 0,0597 |
| MOSTO | 84,5 | 1 | 84,5 | 3,72 | 0,0778 |
| CEPAS*MOSTO | 202,51 | 2 | 101,25 | 4,45 | 0,0357 |
| Error | 272,76 | 12 | 22,73 | | |
| Total | 723,29 | 17 | | | |

Tabla 32
*Cuadro de análisis de varianza para la variable b**

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo. | 814,51 | 5 | 162,9 | 2,94 | 0,0585 |
| CEPAS | 230,43 | 2 | 115,21 | 2,08 | 0,1679 |
| MOSTO | 2,57 | 1 | 2,57 | 0,05 | 0,8332 |
| CEPAS*MOSTO | 581,51 | 2 | 290,75 | 5,24 | 0,0231 |
| Error | 665,4 | 12 | 55,45 | | |
| Total | 1479,9 | 17 | | | |

Para la luminosidad, que es representada por el parámetro L^* , la cual se encuentra en el espacio que va del blanco perfecto (100) al negro (0), se puede apreciar que no existe diferencias significativas entre los tratamientos estando todos entre un rango de 18,5 hasta 26,67 (ver Tabla 33), lo que basado en la Tabla 29 reportada por (Ortega, y otros, 1994), los tratamientos se encuentran entre el rojo púrpura, rojo granate y rojo cereza (ver Tabla 36).

Tabla 33

Promedio \pm error estándar de la variable de color L^ en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.), con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto*

| CEPAS | MOSTO | Medias | n | E.E. | |
|----------|-------|--------|---|------|---|
| LEVAPAN. | SIN. | 26,67 | 3 | 2,63 | A |
| S04. | CON. | 20,77 | 3 | 2,63 | A |
| T58. | SIN. | 20,53 | 3 | 2,63 | A |
| S04. | SIN. | 20,03 | 3 | 2,63 | A |
| T58. | CON. | 20 | 3 | 2,63 | A |
| LEVAPAN. | CON. | 18,5 | 3 | 2,63 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Al analizar el parámetro a^* , que representa el espacio que va desde el rojo (+) hasta el verde (-), se determinó que el tratamiento T6 (Levadura S-04 sin hollejo) presentó diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos, exceptuando el tratamiento T1 (Levadura Levapan con hollejo) con quien fue similar estadísticamente.

Se puede apreciar también que la mayoría de tratamientos con hollejo presentaron mayor valor en el parámetro a^* lo que significa que poseen mayor cantidad de color rojo (ver Tabla 34).

Tabla 34

Promedio \pm error estándar de la variable de color a^ en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.), con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto*

| CEPAS | MOSTO | Medias | n | E.E. | |
|----------|-------|--------|---|------|---|
| T58. | CON. | 51,28 | 3 | 2,75 | A |
| S04. | CON. | 51,02 | 3 | 2,75 | A |
| LEVAPAN. | SIN. | 50,79 | 3 | 2,75 | A |
| T58. | SIN. | 50,59 | 3 | 2,75 | A |
| LEVAPAN. | CON. | 49,35 | 3 | 2,75 | A |
| S04. | SIN. | 37,28 | 3 | 2,75 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Al analizar el parámetro b^* , el cual representa el espacio que va del color amarillo (+) al verde (-), se puede apreciar que existe diferencias significativas entre los tratamientos T2

(Levadura Levapan sin hollejo) y el tratamiento T6 (Levadura S-04 sin hollejo), siendo ambos tratamientos estadísticamente similares al resto. El tratamiento T2 tiene mayor concentración de amarillo y T6 tiene menor concentración (ver Tabla 35).

Tabla 35

Promedio \pm error estándar de la variable de color b^ en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto*

| CEPAS | MOSTO | Medias | n | E.E. | | |
|----------|-------|--------|---|------|---|---|
| LEVAPAN. | SIN. | 35,76 | 3 | 4,3 | A | |
| S04. | CON. | 28,73 | 3 | 4,3 | A | B |
| T58. | SIN. | 26,39 | 3 | 4,3 | A | B |
| T58. | CON. | 25,23 | 3 | 4,3 | A | B |
| LEVAPAN. | CON. | 23,65 | 3 | 4,3 | A | B |
| S04. | SIN. | 13,19 | 3 | 4,3 | | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

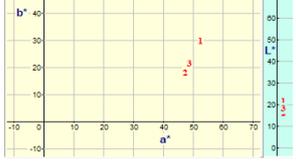
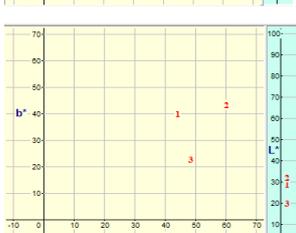
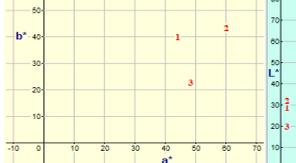
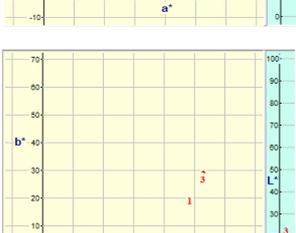
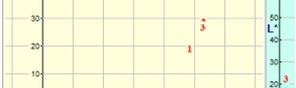
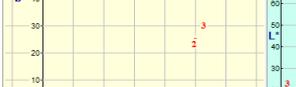
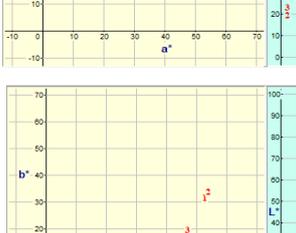
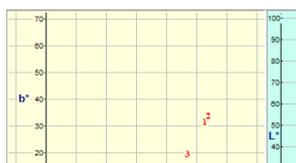
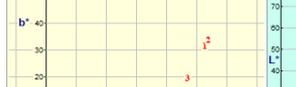
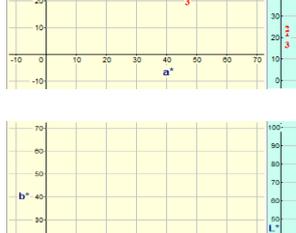
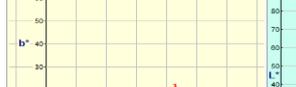
Al ingresar los valores CIEL*a*b para cada tratamiento y repetición en la aplicación ColorLab, y compararlos con la escala de color reportada por (Vinetur, 2017), se obtuvieron los siguientes resultados.

Los tratamientos T1R2, T1R3, T2R3 y T3R1 presentaron color rojo vino; los tratamientos T3R2, T3R3, T4R1, T4R2, y T5R3 presentaron un color rojo púrpura; los tratamientos T1R1, T4R3, T5R1, y T5R2 presentaron un color rubí; el tratamiento T2R1 presentó un color frambuesa; los tratamientos T6R1 Y T6R2 presentaron un color púrpura; por último, los tratamientos T2R1 y T6R3 presentaron un color teja y rojo violeta respectivamente (ver Tabla 36).

Además, se puede apreciar que los colores reportados por (Vinetur, 2017) y plasmados en la Tabla 36 difieren a los reportados por (Ortega, y otros, 1994).

Tabla 36

Valores L^*a^*b , color y posición del color en el espacio CIELAB en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto

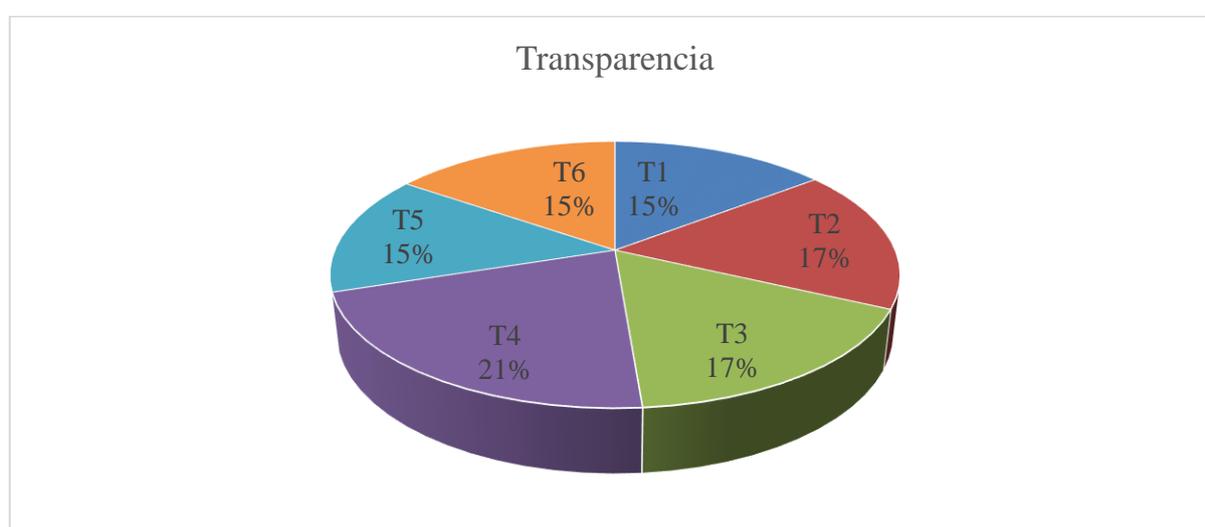
| CEPAS | MOSTO | REPETICIÓN | NOMBRE | L | a | b | COLOR | POSICIÓN EN EL ESPACIO CIELAB |
|----------|-------|------------|--------------|------|-------|-------|--|---|
| LEVAPAN. | CON. | 1 | RUBÍ | 21,4 | 52,39 | 30,41 |  |  |
| LEVAPAN. | CON. | 2 | VINO | 16 | 47,11 | 18,59 |  |  |
| LEVAPAN. | CON. | 3 | VINO | 18,1 | 48,56 | 21,96 |  |  |
| LEVAPAN. | SIN. | 1 | TEJA | 28,6 | 44,07 | 40,42 |  |  |
| LEVAPAN. | SIN. | 2 | FRAMBUESA | 31,6 | 60,11 | 43,82 |  |  |
| LEVAPAN. | SIN. | 3 | VINO | 19,8 | 48,19 | 23,05 |  |  |
| T58. | CON. | 1 | VINO | 16,3 | 48,2 | 19,35 |  |  |
| T58. | CON. | 2 | ROJO PÚRPURA | 21,7 | 52,97 | 29,12 |  |  |
| T58. | CON. | 3 | ROJO PÚRPURA | 22 | 52,68 | 27,23 |  |  |
| T58. | SIN. | 1 | ROJO PÚRPURA | 19,7 | 49,91 | 24,87 |  |  |
| T58. | SIN. | 2 | ROJO PÚRPURA | 19,2 | 49,3 | 23,69 |  |  |
| T58. | SIN. | 3 | RUBÍ | 22,7 | 52,55 | 30,62 |  |  |
| S04. | CON. | 1 | RUBÍ | 21,9 | 52,46 | 31,91 |  |  |
| S04. | CON. | 2 | RUBÍ | 23,8 | 53,79 | 34,42 |  |  |
| S04. | CON. | 3 | ROJO PÚRPURA | 16,6 | 46,82 | 19,86 |  |  |
| S04. | SIN. | 1 | PÚRPURA | 18,1 | 38,42 | 12,18 |  |  |
| S04. | SIN. | 2 | PÚRPURA | 14 | 30,82 | 5,36 |  |  |
| S04. | SIN. | 3 | ROJO VIOLETA | 28 | 42,61 | 22,04 |  |  |

4.2 Análisis sensorial

4.2.1 Fase visual

Dentro de la fase visual se analizaron los dos aspectos más importantes para esta variable, los cuales son transparencia y color. La transparencia es uno de los atributos comerciales más importantes ya que de esta depende en mayor medida la aceptación del consumidor, esta variable viene de la mano con el color, donde los colores más vivos son los preferidos por los consumidores (Moutoutnet, 2002).

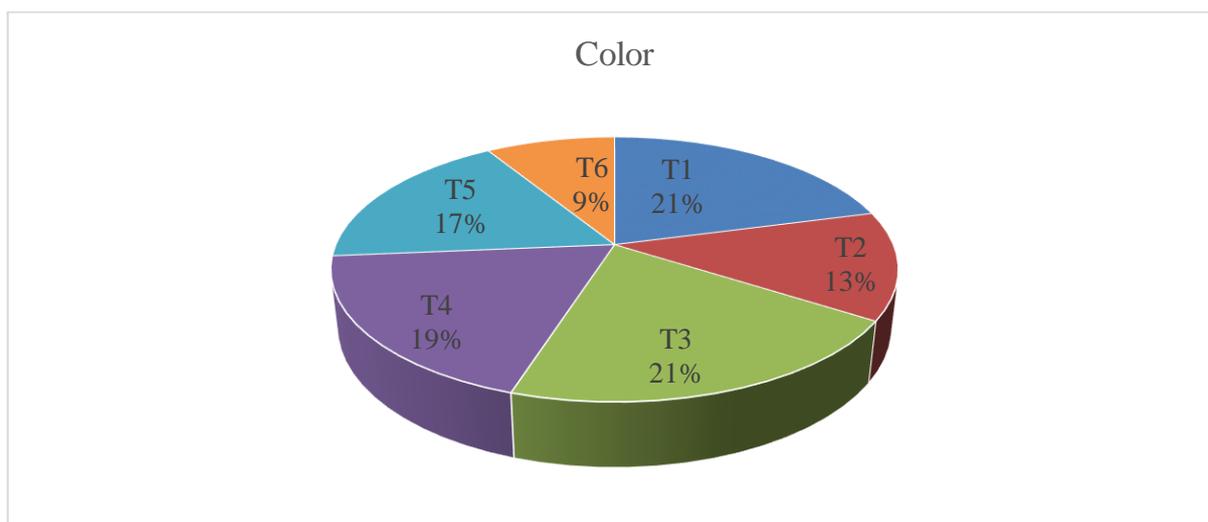
El tratamiento 4 (Levadura T-58 sin hollejo) presentó mayor aceptabilidad en cuanto a su transparencia, con respecto a los demás tratamientos, siendo T5, T6 y T1 los menos aceptados por los consumidores, respecto a la limpieza del producto (ver Figura 14).



T1 (Levadura Levapan con hollejo); T2 (Levadura Levapan sin hollejo), T3 (Levadura T-58 con hollejo), T4 (Levadura T-58 sin hollejo), T5 (Levadura S-04 con hollejo) y T6 (Levadura S-04 sin hollejo)

Figura 14 Porcentaje de aceptación de la variable limpieza en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto

Los tratamientos T1 (Levadura Levapan con Hollejo) y T3 (Levadura T-58 con hollejo) presentan una mayor aceptabilidad en cuanto al color del producto, siendo T6 (Levadura S-04 sin hollejo) el producto menos aceptado por el panel de catadores para esta variable (ver Figura 15).



T1 (Levadura Levapan con hollejo); T2 (Levadura Levapan sin hollejo), T3 (Levadura T-58 con hollejo), T4 (Levadura T-58 sin hollejo), T5 (Levadura S-04 con hollejo) y T6 (Levadura S-04 sin hollejo)

Figura 15 Porcentaje de aceptación de la variable color en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto

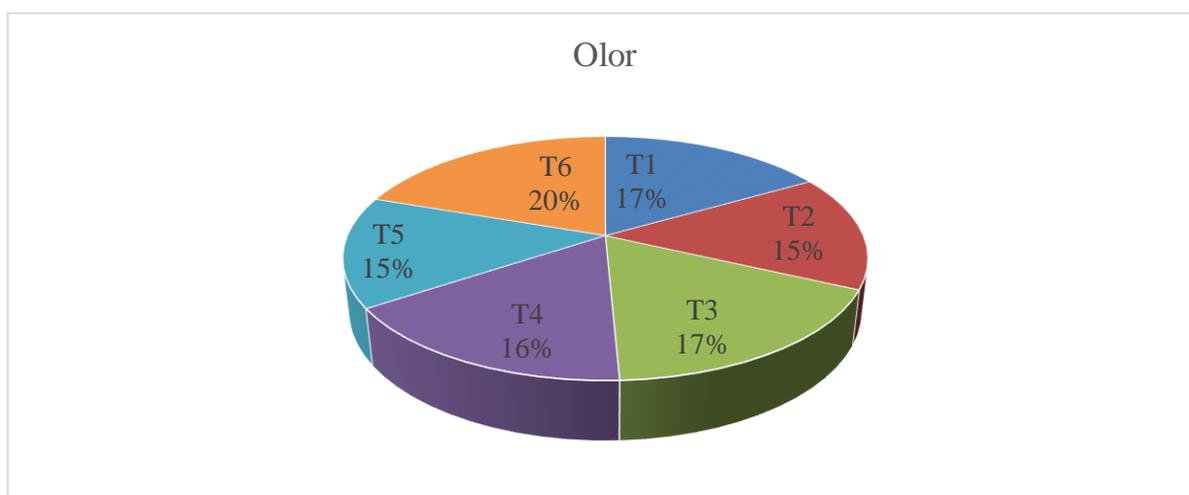
En el estudio realizado por (Jácome & Navas, 2015), el tratamiento con una relación 1:3 (fruta: agua), similar a la de este estudio, y el uso de levadura fresca tuvieron una mejor valoración en cuanto al color. En los análisis de color realizados por espectrofotometría, la mayoría de tratamientos presentó índices de color altos, tonalidades bajas y colores rojizos por lo cual hubo buena aceptación en esta variable y concuerda con (Ruíz, 2011), que señala que los consumidores prefieren colores más intensos, sobretodo más cercano al rojo y más alejados del amarillo. En el estudio de (Viteri J. , 2018), el tratamiento que usó la cepa S-04 presentó mayor aceptabilidad en cuanto al color respecto a los otros tratamientos, lo que contrasta con este estudio ya que los tratamientos en los que se utilizó la cepa S-04, fueron los que menor aceptación tuvieron con respecto a esta variable.

4.2.2 Fase olfativa

Los aromas en los vinos son importantes a la hora de realizar un análisis sensorial, ya que es uno de los principales factores atrayentes a la hora de adquirir un vino, dentro de las

cuales las levaduras empleadas tienen un papel importante dentro del aroma de un vino (Suárez, 2002).

Dentro de la variable olor se tomó otros factores como los son la primera impresión, además de los aromas primarios y secundarios. Los resultados del análisis sensorial realizado por los catadores para la variable olor determinaron que el tratamiento T6 (Levadura S-04 sin hollejo) presentó mejores aromas con respecto al resto de los tratamientos, siendo T2 y T5 los que presentaron menor aceptación (ver Figura 16).



T1 (Levadura Levapan con hollejo); T2 (Levadura Levapan sin hollejo), T3 (Levadura T-58 con hollejo), T4 (Levadura T-58 sin hollejo), T5 (Levadura S-04 con hollejo) y T6 (Levadura S-04 sin hollejo)

Figura 16 Porcentaje de aceptación de la variable olor en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto

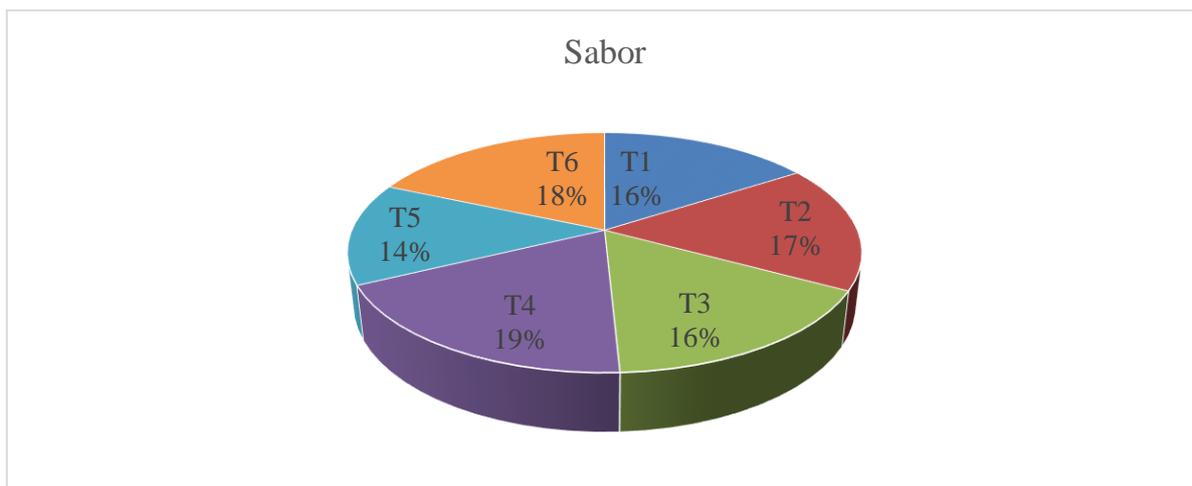
En el estudio de (Jácome & Navas, 2015), se indica que para la variable olor los catadores prefieren vino elaborado con relación fruta agua 1:4, usando la enzima Ultrazym AFPL, y levadura fresca. Un estudio realizado por (Rodríguez & Reyes, 2016), indican que los consumidores de vino en Ecuador prefieren vinos con aromas frescos y frutales, con una sensación cítrica, lo que se cumple este estudio donde los catadores señalan que la mayoría de los tratamientos tienen aromas primarios frutales. En el estudio de (Viteri J. , 2018), el tratamiento con la cepa S-04 tuvo una buena aceptación en la variable olor, lo que concuerda

con este estudio, donde los tratamientos en los que se utilizó la cepa S-04 tuvieron buena aceptación para esta variable.

4.2.3 Fase gustativa

La fase gustativa es la más importante dentro del proceso de cata de un vino, ya que este nos permite estimar la calidad del proceso de elaboración que se llevó a cabo, nos permite conocer cuan persistente es su sabor en la boca, donde el equilibrio entre el dulzor y la acidez es de vital importancia (Beltrán, 2013). Dentro de la variable sabor se tomó en cuenta factores como, la primera impresión, persistencia en boca, sabores y sensaciones.

Los resultados analizados determinaron que el tratamiento T4 (Levadura T-58 sin hollejo), presentó un sabor más agradable con respecto a los otros tratamientos, siendo el tratamiento T5 (Levadura T-58 con hollejo) el menos agradable para el panel de catadores (ver Figura 17).



T1 (Levadura Levapan con hollejo); T2 (Levadura Levapan sin hollejo), T3 (Levadura T-58 con hollejo), T4 (Levadura T-58 sin hollejo), T5 (Levadura S-04 con hollejo) y T6 (Levadura S-04 sin hollejo)

Figura 17 Porcentaje de aceptación de la variable olor en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto

El estudio de (Jácome & Navas, 2015), señala que los consumidores prefieren el vino elaborado con relación fruta: agua 1:4, lo que implica una menos acidez y astringencia, de

igual manera el estudio de (Ruíz, 2011), señala que se prefieren los tratamientos con más dulzor, ya que una mayor concentración de azúcares amortigua la acidez y la astringencia.

En el estudio de (Viteri J. , 2018), el tratamiento que uso la cepa S-04 presentó mayor aceptabilidad en la variable sabor, siendo este el más dulce, lo que concuerda con este estudio donde los tratamientos donde se utilizó la cepa S-04 tuvieron buena aceptabilidad para esta variable, y de igual manera los catadores prefirieron los sabores más dulces, lo que contrasta con el estudio de (Rodríguez & Reyes, 2016), donde en las encuestas realizadas la gente dijo preferir los vinos con sabor más ácidos.

4.2.4 Análisis general

Al realizar una prueba de Hotelling a un 95% de confiabilidad, se determinó que existen diferencias significativas entre los dos grupos para todas las variables en estudio, siendo el grupo 1 (Tratamientos con hollejo), el que presentó mayor valor promedio entre todas las variables (15,51), con respecto al promedio de todas las variables en el grupo 2, por lo que se podría decir que el grupo 1 fueron los tratamientos con mayor aceptabilidad (ver Tabla 37).

Tabla 37

*Prueba de Hotelling $\alpha=0,05\%$ para las variables transparencia, color, olor y sabor en vino de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con tres cepas de levadura y dos tipos de mosto*

| CONGLOMERADO | TRANSPARENCIA | COLOR | OLOR | SABOR | n | |
|--------------|---------------|-------|------|-------|----|---|
| 1 | 2,59 | 6 | 3,38 | 3,54 | 90 | A |
| 2 | 3,04 | 4,11 | 3,57 | 4,18 | 90 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se realizó un análisis multivariado de los datos obtenidos en el análisis sensorial del producto. Aquí se obtuvo dos conglomerados o grupos (1 y 2), siendo el grupo 1 todos los tratamientos que tienen hollejo y el grupo 2 todos los tratamientos que no tienen hollejo (ver Figura 18).

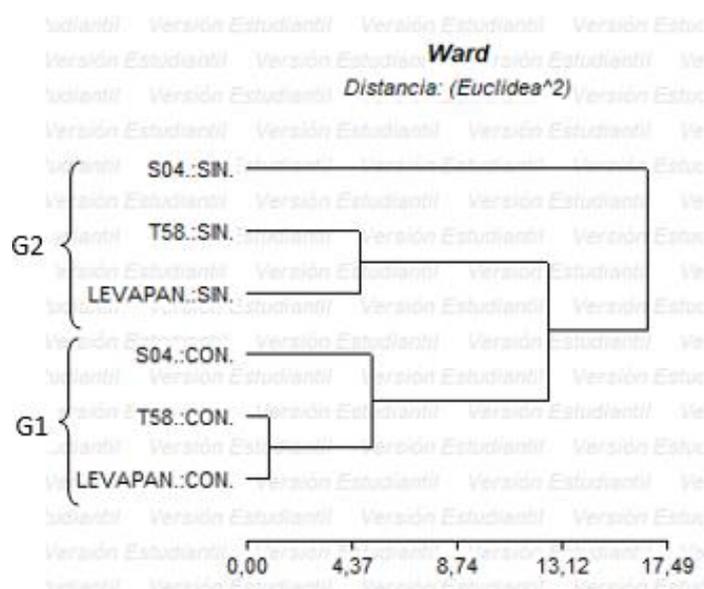


Figura 18 Análisis de conglomerados de Ward

4.3 Difusión de la información

4.3.1 Charla informativa

En la primera charla informativa realizada el día jueves 13 de septiembre del 2018 en el laboratorio de poscosecha del IASA-I, se abordó de manera didáctica la elaboración de vino de mortiño, los participantes pudieron ver los materiales que se utilizaron para realizar esta práctica, también pudieron visualizar el proceso de fermentación de un lote de vinos, y se les dio a conocer algunos consejos prácticos para que puedan realizar vino de manera artesanal de forma adecuada.

Además, se realizó un panel de preguntas y se realizó una degustación de los tratamientos disponibles con todos los presentes, donde se obtuvo comentarios positivos de los mismos.

En la segunda charla informativa realizada el día miércoles 19 de septiembre del 2018 en la planta de elaboración de vino de mortiño “El Último Inca”, se difundió paso por paso el

protocolo de elaboración mencionado en el capítulo III de este estudio, para realizar vino de mortiño.

Así mismo se difundieron los resultados obtenidos en el estudio, y se realizaron algunas recomendaciones para que estos puedan ser aplicados por los trabajadores de la planta en su protocolo de elaboración, y con esto puedan mejorar aún más las cualidades organolépticas de su producto. También se realizó un foro de preguntas donde los participantes hicieron preguntas relacionadas al funcionamiento de las levaduras, tiempos de fermentación y producción de contenido alcohólico, también se hicieron preguntas relacionadas a la clarificación del vino y como mejorar la variable color, así mismo se hicieron preguntas relacionadas a la funcionalidad de las levaduras en la elaboración de vinos de otros tipos de frutas.

Al finalizar el espacio de las preguntas, se procedió a realizar una degustación de dos de los tratamientos evaluados en este estudio (T1 y T4), los cuales tuvieron una buena aceptación entre los degustadores, y este momento fue aprovechado por la presidenta de la comunidad y por los trabajadores de la fábrica para realizar un brindis y agradecer el apoyo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, y al proyecto de vinculación “Socialización de técnicas agropecuarias en el cantón Sigchos, Cotopaxi”, por brindarles el apoyo no solo el parte agroindustrial sino también en la parte agropecuaria, por lo que añoran seguir teniendo este apoyo y continuar con futuras investigaciones (ver Figura 19 y 20).



Figura 19 Primera charla técnica del proceso de elaboración de vino de mortiño realizada el 13 de septiembre del 2018



Figura 20 Segunda charla técnica del proceso de elaboración de vino de mortiño realizada el 19 de septiembre del 2018

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El estudio aceptó la hipótesis alterna porque se demostró que el uso de hollejo y el tipo de levaduras influyeron sobre las cualidades organolépticas del vino obtenido a partir de mortiño. Al usar mosto con hollejo se obtuvo mejores resultados y aceptación en cuanto a la variable color, de igual manera el uso de levaduras de cerveza le confirió al vino un menor tiempo de fermentación, alto grado alcohólico, acidez y pH aceptable, y buena aceptación en el análisis sensorial.
- Los tratamientos donde se usó la levadura SafAle S-04, presentaron las mejores características para las variables, sólidos solubles totales, pH y color, sin embargo, los tratamientos que usaron levadura Levapan presentaron una menor acidez titulable, lo que corresponde a un vino menos ácido y astringente, y también presentaron un mayor contenido alcohólico, siendo este un factor determinante para algunos consumidores.
- Los tratamientos donde se utilizó mosto sin hollejo, presentaron las mejores características para las variables, sólidos solubles totales, pH y color, sin embargo, los tratamientos donde se utilizó mosto con hollejo presentaron una menor acidez titulable, lo que corresponde a un vino menos ácido y astringente, y también presentaron un mayor contenido alcohólico, debido al contenido de compuestos fenólicos en el hollejo.
- Los tratamientos que utilizaron mosto sin hollejo presentaron colores más intensos y puros, con tonalidades muy rojizas, esto se debe a que tuvieron valores de intensidad colorante altos, y valores de tonalidad bajos.
- En el análisis sensorial, independientemente del tipo de cepa que se utilizó los tratamientos que usaron mosto con hollejo presentaron una mejor aceptación por parte de

los degustadores, ya que para variable vista los vinos mejor apreciados fueron los que tuvieron mayor limpidez y colores más intensos con tonalidades bajas. Para la variable olfato los vinos mejor apreciados fueron lo que tuvieron el aroma original a la fruta, además de otros aromas frutales. Y para la variable sabor, los vinos mejor apreciados fueron los vinos con mayor dulzor, y menor acidez y astringencia.

- En la difusión de la información realizada a través de las charlas del 13 y 19 de septiembre del 2018, se observó una respuesta positiva por parte de los participantes, que se vieron interesados a seguir aprendiendo más sobre el tema de estudio, comprometiéndose a aceptar la tecnología transferida, y, además se concordó seguir en contacto con la finalidad de realizar nuevos ensayos con vinos de otras frutas y productos disponibles en la comunidad como uvilla o miel de abeja.

5.2 Recomendaciones

- Usando el protocolo de elaboración mencionado en este estudio y en base a los mejores resultados, se recomienda realizar un lote de vino para validar con un mayor volumen, la aceptabilidad comercial del vino producto obtenido.
- Evaluar si la adición de nutriente nitrogenados y/o de otro tipo, y si el aumento de la temperatura de fermentación permite incrementar la actividad metabólica de la levadura e incrementar la velocidad de las fermentaciones.
- Probar distintos tipos de clarificantes y/o métodos de clarificación, que no alteren las cualidades organolépticas del vino de mortiño elaborado en la comunidad de Quinticusig, y con esto tener un producto final con excelente brillo y limpidez que agrade a los futuros consumidores del mismo.

- Apoyar, incentivar y enseñar a la comunidad de Quinticusig, para que se produzca vino de otros tipos de fruta y con esto ampliar la gama de productos que tienen para ofertar y con esto contribuir a su calidad de vida.

5.3 Bibliografía

- Albán, D., & Marcalla, W. (2013). *Estudio de pre-factibilidad para la producción tecnificada de vino de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth.) en el cantón Sigchos comunidad Quinticusig asociacion de vinicultores período 2012-2013 (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
- Alonso, J. (2004). *Tratado de Fitofármacos y Nutraceuticos*. Rosario: Corpus Libros.
- Alturria, L., Anoniolli, E., Ceresa, A., Solsona, J., & Winter, P. (2008). Elaboración de vinos: defectos en el proceso que originan costos de no calidad. *FCA UNCuyo*, 40(1), 1-16.
- Ávila, H., Cuspoca, J., Fischer, G., Ligarreto, G., & Quicazán, M. (2007). CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y ORGANOLÉPTICA DEL FRUTO DEL AGRAZ (*Vaccinium meridionale Swartz*) ALMACENADO 1 A 2 °C. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 60(2), 4179-4193.
- Beltrán, P. (2013). *DEGUSTACIÓN Y CATA DE VINOS*. Obtenido de tranbel.com: http://www.tranbel.com/assets/manual_-cata_-vinos_3.pdf
- Bernabeu, R., & Olmeda, M. (2002). Factores que coincidan la frecuencia de consumo de vino. *Distribución y Consumo*, 57-61.
- Bisson, L. (2002). DIAGNÓSTICO Y REACTIVACIÓN D LAS PARADAS DE FERMENTACIÓN. *REVISTA INTERNET DE VITICULTURA Y ENOLOGÍA*, 11(1), 1-13.
- Cartilla. (2009). *Conozcamos y usemos el mortiño*. Medellín: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.
- Casassa, F., & Sari, S. (2007). APLICACIÓN DEL SISTEMA CIE-LAB A LOS VINOS TINTOS. CORRELACIÓN CON ALGUNOS PARÁMETROS TRADICIONALES. *Enología*, 5, 1-16.
- Catadelvino. (2014). *La herramienta de la ficha de cata de vino*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2017, de catadelvino.com: <http://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/la-herramienta-de-la-ficha-de-cata-de-vino>

- Chatonnet, P. (2005). *Gestión de pH en el vino de calidad*. Madrid: FUNDACIÓN PARA LA CULTURA DEL VINO.
- Coba, C., Coronel, D., Verdugo, K., Paredes, M., Yugsi, E., & Huachi, L. (2012). ESTUDIO ETNOBOTÁNICO DEL MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*) COMO ALIMENTO ANCESTRAL Y POTENCIAL ALIMENTO FUNCIONAL. *La Granja*, 2(16), 5-13.
- Corantioquia. (2009). *Conozcamos y usemos el moriño*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2017, de [corantioquia.gov.co](http://www.corantioquia.gov.co): http://www.corantioquia.gov.co/sitios/ExtranetCorantioquia/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/cartilla_mortino.pdf
- Corantioquia. (2009). *Conozcamos y usemos el mortiño*. Medellín: Corantioquia.
- Córdoba, I. (2010). *Comparación del comportamiento fermentativo de levadura de panificación y levaduras vínicas (Uvaferm CM, Lalvin EC 1118, Lavin QA23) y sus efectos sobre la calidad de vinos de mora (Rubus glaucus Benth) (Tesis de pregrado)*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Correa, J., & Bernal, H. (1998). *Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello*. Bogotá: Secretaría Ejecutiva del Convenio Andrés Bello.
- Espín, A. (2012). *ESTUDIO DEL VALOR NUTRICIONAL DEL MORTIÑO EN EL CANTÓN MEJÍA SOMETIDO A RADIACIÓN UVC Y SU APLICACIÓN GASTRONÓMICA EN LA ELABORACIÓN DE ENTRADAS Y PLATOS FUERTES (Tesis de pregrado)*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
- Fermentis. (2016). *SafAle S-04*. Obtenido de fermentis.com: <https://fermentis.com/wp-content/uploads/2017/10/SafAle-S-04-2.pdf>
- Fermentis. (2016). *Safale T-58*. Obtenido de fermentis.com: <http://www.fermentis.com/wp-content/uploads/2016/12/SafAle-T-582.pdf>
- Fernández, P. (2008). *El pH en el vino*. Obtenido de vix.com: <https://www.vix.com/es/imj/gourmet/2008/02/29/el-ph-en-el-vino>

- Freile, D. (2011). *ELABORACIÓN Y CONTROL DE VINO DE ARAZÁ (Eugenia stipitata subsp. sororia) (Tesina de fin de master)*. Centro de Estudios Superiores de la Industria Farmacéutica, Madrid.
- Garibay, M., Quintero, R., & López, A. (2004). *Biotechnología alimentaria*. México D.F: Limusa.
- Garrido, Á. (2006). *EFECTO SOBRE LA COPIGMENTACIÓN EN MEZCLAS DE VINOS DE LAS VARIEDADES CARMÉNÈRE CON PINOT NOIR Y SYRAH CON SAUVIGNON BLANC. (Tesis de pregrado)*. Universidad de Chile, Santiago.
- Gaviria, C., Ochoa, C., Sánchez, N., Medina, C., Lobo, M., Galeano, P., . . . Rojano, B. (2009). Actividad antioxidante e inhibición de la peroxidación lipídica de extractos de frutos de mortiño (*Vaccinium meridionale* SW). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(6), 519-528.
- González, M. (2013). *Elaboración artesanal de vino de frutas*. Venezuela: Lulu Enterprises.
- González, X. (2012). *Desarrollo de una tecnología para elaborar una bebida alcohólica a partir de la grosella blanca (Phyllanthus acidus) (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Guerra, P. (2014). *Fermentos y tiempos de fermentación en la elaboración de vino de borjój (Borojoa patinoi). Quevedo – Los Ríos*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.
- Hidalgo, Y., Hatta, B., & Palma, J. (2016). Influencia del nivel de fermentación del vino base sobre algunos compuestos volátiles del pisco peruano de uva italia. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(2), 128-141.
- Hours, R., Ferreyra, M., Schvab, M., Gerard, L., Zapata, L., & Davies, C. (2005). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de jugos de naranja destinados a vinificación. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 31, 219-239.
- INEN. (2015). *Bebidas alcohólicas. Vino de frutas. Requisitos*. Obtenido de normalizacion.gob.ec: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_374.pdf

- INEN. (2015). *BEBIDAS ALCOHÓLICAS. VINOS. CLASIFICACIÓN*. Obtenido de normalizacion.gob.ec: <https://docplayer.es/71228332-Nte-inen-373-primera-revision-2015-xx.html>
- Jácome, J. (2014). *Aplicación de un tratamiento enzimático con enzimas pectolíticas (Pectinex ultra sp-l y Ultrazym afpl) en la obtención de una bebida tipo vino de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) y su efecto en el contenido de antocianinas (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Jácome, J., & Navas, G. (2015). EFECTO DEL TRATAMIENTO ENZIMÁTICO PECTOLÍTICO EN LA OBTENCIÓN DE VINO DE MORTIÑO. *Alimentos, Ciencia e Investigación*, 23(1), 70-77.
- Jara, V. (2014). *A ciencia cierta*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2017, de veterinaria-agronomia-udla.cl.
- Kron, K., Powell, E., & Luteyn, J. (2002). PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS WITHIN THEBLUEBERRY TRIBE (VACCINIEAE,ERICACEAE) BASED ON SEQUENCE DATA FROM MATK AND NUCLEAR RIBOSOMAL ITS REGIONS,WITH COMMENTS ON THE PLACEMENT OF SATYRIA. *American Journal of Botany*, 89(2), 327-336.
- León, R. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora de vino tinto de mesa de uva-pasa (reconstituyente) elaborado artesanalmente en el monasterio de las carmelitas descalzas (Plateadoloja) y su comercialización en la ciudad de Loja*. Universidad Internacional del Ecuador, Loja.
- Levapan. (2017). *Levadura Activa Seca Levapan® de 500 g*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2017, de levapan.com: <https://www.levapan.com/producto/levadura-activa-seca-levapan-bolsa-de-papel-de-aluminio-de-500g/>
- MA-56, E. a. (2018). *Registro de parámetros climáticos*. Sangolquí-Ecuador: Base de datos.
- MAG. (1998). *Hoja técnica de mortiño Blueberry*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito.

- Méndez, M. (2006). *Evaluación de la estabilidad del vino de naranja (Citrus sinensis) usando un agente y una enzima clarificante*. Zamorano, Honduras.
- Montenegro, A. (2017). *DESARROLLO DE HOJUELAS DESHIDRATADAS DE MORTIÑO PARA LA ALIMENTACIÓN SALUDABLE PARA DEPORTISTAS EN LA CIUDAD DE LATACUNGA (Tesis de Pregrado)*. Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato.
- Morales, A. (2011). *Frutoterapia, nutrición y salud Plus Vitae*. Madrid: EDAF del Plata.
- Moreta, M. (2016). *En Sigchos se elabora vino de mortiño*. Obtenido de revistalideres.ec: <http://www.revistalideres.ec/lideres/sigchos-empresas-vino-mortino-cotopaxi.html>
- Moutoutnet, M. (2002). LA FILTRACIÓN EN ENOLOGÍA. *REVISTA INTERNET TÉCNICA DEL VINO, 1*, 1-6.
- Noboa, V. (2010). *Efecto de seis tipos de sustratos y tres dosis de ácido aNaftalenacetico en la propagación vegetativa de mortiño (Tesis de pregrado)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Obeque, E. (2003). Memoria Ingeniero Agrónomo. *Efecto de la microoxigenación sobre las características de un vino Cabernet sauvignon*, 84. Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas.
- Ocaña, I. (2012). *“ESTUDIO DEL VINO DE MORA DE CASTILLA (Rubus glaucus Benth) ELABORADO A TRES PROPORCIONES DISTINTAS DE FRUTA:AGUA Y TRES NIVELES DE DULZOR (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- OIV. (2016). *La producción mundial de vino en 2016 se estima en 259 Mill. hl*. Obtenido de oiv.int: <http://www.oiv.int/es/actualidad-de-la-oiv/la-produccion-mundial-de-vino-en-2016-se-estima-en-259-mill-hl>
- Ortega, A., García, M., Hidalgo, J., Tienda, P., Navarro, P., & Serrano, J. (1994). Contribución al estudio del color de los vinos españoles. *Vitivinicultura 1993*, 3-6.

- Pablo, G. (2014). *Fermentos y tiempos de fermentación en la elaboración de vino de borojó (Borojoa patinoi). Quevedo – Los Ríos (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.
- Paladino, S., Nazralla, J., Vila, H., Genovart, J., Sánchez, M., & Maza, M. (2008). Oxidación de los vinos tintos: influencia del pH. *FCA UNcuyo*, 40(2), 105-112.
- Peña, A. (2006). El color de los vinos. *Vendimia*, 24-26.
- Pérez, S., & Valdivieso, C. (2007). *Colección y caracterización morfológica in situ del mortiño (Vaccinium floribundum Kunt) en la sierra norte de Ecuador (Tesis de pregrado)*. Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangoquí.
- Peynaud, E. (1987). *El gusto del vino*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Potter, N., & Hotchkiss, J. (1993). *La ciencia de los alimentos*. Aspen: Aspen Publisher inc. Obtenido de wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/wiki/Bebida_alcohol%C3%B3lica
- Rizzon, L., Zanuz, M., & Miele, A. (1998). EVOLUÇÃO DA ACIDEZ DURANTE A VINIFICAÇÃO DE UVAS TINTAS DE TRÊS REGIÕES VITÍCOLAS DO RIO GRANDE DO SUL. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 18(2), 1-12.
- Rodríguez, J., & Reyes, J. (2016). *Plan de negocios para la elaboración y distribución de vino espumante de mortiño en el Distrito Metropolitano de Quito (Tesis de pregrado)*. Universidad de las Américas, Quito.
- Rodríguez, M. (2016). *Evaluación de características físicas y químicas del vino obtenido a partir de Mango (Mangifera indica L) Ataulfo y Tommy Atkins utilizando tres concentraciones diferentes de levadura (Saccharomyces cerevisiae) (Tesis de pregrado)*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- Rojas, M. (2012). *Investigación de la historia del vino ecuatoriano y su maridaje con la gastronomía típica ecuatoriana (Tesis de pregrado)*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
- Roldán, S. (2012). *Caracterización molecular, funcional y estudio del comportamiento post cosecha del mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) de la 88 comunidad de*

- Quinticusig del cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi (Tesis de pregrado).* Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Ruíz, H. (2011). *Desarrollo de un vino de mortiño (arándanos) en la corporación grupo salinas de ecuador (Tesis de pregrado).* Universidad Pública de Navarra, Pamplona.
- Sáez, P. (2012). *El color de los vinos.* Obtenido de <http://urbinavinos.blogspot.com>: <http://urbinavinos.blogspot.com/2012/09/el-color-en-los-vinos.html>
- Segarra, O. (2004). *Winesoft, el software para aficionados al vino.* Barcelona: Amat.
- Shuler, M., & Kargi, F. (2002). *Bioprocess Engineering: Basic Concepts.* Saddle River: Prentice Hall.
- Suárez, J. (2002). Impacto de levaduras y bacterias en los aromas vínicos fermentativos. *CS2002*, 3-4.
- Torres, M., Trujillo, D., & Arahana, V. (2010). Cultivo in vitro del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2, 9-15.
- UCAB. (2004). *DESTILACIÓN. DETERMINACIÓN DEL GRADO ALCOHÓLICO DEL VINO.* Obtenido de [http://guayanaweb.ucab.edu.ve/tl_files/ingenieria_industrial/files/laboratorios/Semana %20N%203pract_03_dest_vino.pdf](http://guayanaweb.ucab.edu.ve/tl_files/ingenieria_industrial/files/laboratorios/Semana%20N%203pract_03_dest_vino.pdf)
- Uribe, L. (2007). *Caracterización fisiológica de levaduras aisladas de la filósfera de mora (Tesis de pregrado).* Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Valverde, J. (2006). *Elaboración de Vino de Arazá (Eugenia stipitata) (Tesis de pregrado).* Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Vasco, C., Riihinen, K., Ruales, J., & Kamal, A. (2009). Chemical Composition and Phenolic Compound Profile of Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 18(82), 74-81.
- Vinetur. (2017). *10 pasos para reconocer un buen vino con la vista.* Obtenido de [vinetur.com](https://www.vinetur.com): <https://www.vinetur.com/2017111545496/10-pasos-para-reconocer-un-buen-vino-con-la-vista.html>

- Viteri, J. (2018). *Evaluación del efecto de tres cepas de levadura en la elaboración de vino de mortiño (Vaccinium floribundum) (Tesis de grado)*. Universidad de las Américas, Quito.
- Viteri, V. (2016). *Elaboración de bebidas de reducido nivel alcohólico con tres variedades de durazno (Prunus persica l.) cultivadas en la parroquia Los Andes, Patate (Tesis de pregrado)*. Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí.
- Zúñiga, M. (2005). *CARACTERIZACIÓN DE FIBRA DIETARIA EN ORUJO Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN VINO, HOLLEJO Y SEMILLA DE UVA (Tesis de pregrado)*. Universidad de Chile, Santiago.
- Zurita, W. (2011). *Elaboración de vino de frutas (pitahaya hylocereus triangularis y carambola averroa l.) en 3 diferentes concentraciones de mosto y con 2 tipos de levaduras del género xaccharomices (S. cereviceae y S. sllipsoideus) (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.