



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 14 de Junio de 2017

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad Neiva

El (Los) suscrito(s):

MANUEL EDGARDO OVIEDO ARBELAEZ, con C.C. No. 1.075.266.116,

JENNIFER LOZANO VERA, con C.C. No. 1075273918,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

titulado "EVALUACION DE LA FERMENTACION ALCOHOLICA DE LA CEPA *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* VAR *BAYANUS*, EN EL MOSTO DE MORA VARIEDAD CASTILLA (*RUBUS GLAUCUS BENTH*)" \_\_\_\_\_

presentado y aprobado en el año 2017 como requisito para optar al título de

INGENIERO AGRICOLA;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

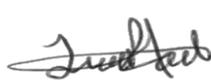
EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:   
MANUEL EDGARDO OVIEDO ARBELAEZ

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:   
JENNIFER LOZANO VERA

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** “EVALUACION DE LA FERMENTACION ALCOHOLICA DE LA CEPA *SACCHAROMYCES CEREVISIAE VAR BAYANUS*, EN EL MOSTO DE MORA VARIEDAD CASTILLA (*RUBUS GLAUCUS BENTH*)”

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
OVIEDO ARBELAEZ	MANUEL EDGARDO
LOZANO VERA	JENNIFER

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
AMOROCHO CRUZ	JENNIFER

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRICOLA**

**FACULTAD:** INGENIERIA

**PROGRAMA O POSGRADO:** INGENIERIA AGRICOLA

**CIUDAD:** NEIVA

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2017

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 96

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

Vigilada mieducación



Diagramas X\_\_\_ Fotografías X\_\_\_ Grabaciones en discos X\_\_\_ Ilustraciones en general\_\_\_ Grabados\_\_\_  
Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_  
Tablas o Cuadros\_\_\_

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento: Adobe Acrobat

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Fermentación Alcohólica	Alcoholic Fermentation	6. _____	_____
2. Estrujado de la mora	Spread Of blackberry	7. _____	_____
3. Chaptalización	Chaptalisation	8. _____	_____
4. Envejecimiento en barrica	Aging in barrel	9. _____	_____
5. Maduración en botella	Maduration in bottle	10. _____	_____

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

La elaboración de una bebida fermentada diferente a la uva no cuenta con un gran desarrollo debido al poco conocimiento e investigación del tema. Este tipo de evaluación permite obtener una bebida fermentada natural sin conservantes, y del grado de aceptación, ya que al ser un producto nuevo es importante entender el nivel de aceptación y por ende la facilidad de comercialización. Además, es una nueva alternativa para el sector agrícola e industrial, dando un valor agregado a las frutas.

Para esto se debe realizar una línea de investigación que permita estandarizar los procesos de producción en campo, obtención del mosto, elaboración de la bebida, maduración y envejecimiento.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 4

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The elaboration of a fermented drink different from the grape does not have a great development due to the little knowledge and the investigation of the subject. This type of research can get a natural fermented drink without the conservatives, and the degree of acceptance, since being is a new product it is important to understand the level of acceptance and ease of marketing. In addition, it is a new alternative for the agricultural and industrial sector, giving an added value to the fruits.

So that a research line can be made to standardize the processes of production in the field, obtaining of the must, elaboration of the beverage, maturation and aging.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

4 de 4

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado: Joel Girón Hernández

Firma: 

Nombre Jurado: Nelson Guzmán Gutiérrez

Firma: 

Nombre Jurado:

Firma:



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**  
**SEDE NEIVA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA**



---

**“EVALUACION DE LA FERMENTACION ALCOHOLICA DE LA CEPA  
*SACCHAROMYCES CEREVISIAE VAR BAYANUS*, EN EL MOSTO DE MORA  
VARIEDAD CASTILLA (*RUBUS GLAUCUS BENTH*)”**

---

Trabajo de graduación en la modalidad de tesis, presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, otorgado por la Universidad Surcolombiana – sede Neiva, a través de la Facultad de Ingeniería.

Por: Manuel E. Oviedo Arbeláez

Jennifer Lozano Vera

Director(a): Ing. Ph.D. Claudia M. Amorocho Cruz

Neiva-Colombia

2017

**NOTA DE ACEPTACION**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA AGRICOLA  
SEDE NEIVA  
2017**

---

---

---

---

---

---

---

---

Para constancia firman los jurados

\_\_\_\_\_  
Ph.D. Joel Girón Hernández

\_\_\_\_\_  
Ph.D. Nelson Gutiérrez Guzmán

Para constancia firma la directora

\_\_\_\_\_  
Ph.D. Claudia Milena Amorocho Cruz

## AUTORIA

Los estudiantes **JENNIFER LOZANO VERA** y **MANUEL EDGARDO OVIEDO ARBELAEZ**, declaro que el trabajo aquí descrito es de propia autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Surcolombiana sede Neiva, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

**Manuel Edgardo Oviedo Arbeláez**  
COD. 2010297005

---

**Jennifer Lozano Vera**  
COD 2011198709

## DEDICATORIA

*Dedico este importante logro principalmente a mi Dios del cielo, mi padre Ricardo Lozano Vargas, mi madre Luz Margarita Vera Busto, mi hermana Linda Paola Lozano Vera, mi sobrino Julián Ricardo Quesada Lozano, quienes entregaron su vida, su más gran esfuerzo para que yo pudiera salir adelante y me apoyaron durante el proceso, también a mis tíos José David PérezGarcía, Bellanira Vera Bustos, a mis primos por haberme brindado su apoyo, su amor incondicional, por orientarme de la forma correcta y por acogerme en el seno de su hogar como su segunda hija. Dedico también a mi querido y gran amor Manuel Edgardo Oviedo, por hacer parte de este importante logro que realizamos y vivimos los dos como compañeros amigos y novios. Por haberme dado la fuerza y no desfallecer en la lucha. Doy infinitas gracias a todos los que hicieron parte de este sueño, gracias a mi directora de grado Claudia Milena Amorocho por brindarnos su orientación y dedicación.*

*Jennifer Lozano Vera*

*Dedicar primeramente este proyecto a Dios, mis padres Euder Oviedo Montealegre y Cristina Arbeláez Rincón, mi hermana Yudy Carolina Oviedo Arbeláez, mi tío Justo Arbeláez Rincón por haberme colaborado en todo momento en mis necesidades como estudiante, también a Esneider Oviedo Rivas y su Esposa Linda Cristal por su colaboración, ayuda y sus concejos; a mi novia Jennifer Lozano Vera, por ser parte de este logro que alcanzamos y su apoyo incondicional, con su amor, comprensión y esperanza durante este proceso; también muy especialmente dedicado a mi hija Emily Sarahay Oviedo, mostrándole un ejemplo a seguir, que con superación, fe, confianza, sabiduría y trabajo se obtiene los logros. Agradecimiento a la profesora Claudia Milena Amorocho por su tiempo, dedicación, esfuerzo para que todo saliera delante de la mejor manera y a todas las personas que de una u otra forma aportaron con concejos, bendiciones, colaboración, amor y comprensión en todo momento, fueron mi motor para salir adelante.*

*Manuel E. Oviedo Arbeláez*

## AGRADECIMIENTO

*Los autores del proyecto expresan su agradecimiento a:*

*Dios nuestro padre, quien ilumino nuestro camino con bendición, sabiduría, esperanza y fortaleza.*

*Sus familias por el apoyo emocional y económico que brindaron incondicionalmente.*

*La directora del proyecto Claudia Milena Amorocho Cruz, quien, por su orientación, conocimientos, compromiso y comprensión, logramos sacar adelante este proyecto.*

*A los docentes PhD. Nelson Gutiérrez y PhD. Joel Girón por sus orientaciones y aporte intelectual.*

*A los laboratoristas e investigadores Ing. Erika Tatiana Cortez y Ing. Wilmer Ladino, por su colaboración y orientación durante las pruebas.*

*A los amigos y compañeros por todas las experiencias vividas y el apoyo brindado durante el desarrollo de la carrera Universitaria.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCION</b> .....	10
<b>2. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	11
<b>2.1 MORA DE CASTILLA</b> .....	11
2.1.1 Origen.....	11
2.1.2 Taxonomía.....	11
2.1.3 Descripción botánica y morfológica .....	12
2.1.4 Composición química y nutricional.....	12
2.1.5 Utilidades.....	13
2.1.6 Producción de mora en Colombia y en el Huila.....	14
<b>2.2 VINO DE FRUTAS</b> .....	14
2.2.1 Clasificación .....	15
2.2.2 Proceso de elaboración del vino de fruta.....	16
2.2.3 Elaboración del mosto .....	16
- Selección y lavado de la fruta .....	16
- Caracterización de la fruta.....	16
- Pesado.....	16
-Estrujado.....	16
- Análisis del mosto .....	17
2.2.4 Chaptalización o corrección del mosto con azúcar.....	17
2.2.5 Fermentación alcohólica .....	17
- Activación Levadura .....	17
- Inoculación .....	18
- Control de temperatura .....	18
- Control de la fermentación.....	18
2.2.6 Transformación en vinos tintos .....	18
- Filtración del mosto fermentado .....	18
- Maduración en barrica.....	18
- Envejecimiento en botella y almacenamiento .....	19
<b>2.3 COLOR EN LOS VINOS</b> .....	20

2.3.1 Elementos requeridos para percibir el color .....	21
2.4 LIMPIEZA DE UN VINO .....	22
2.5 CALIDAD Y BENEFICIOS DE UN VINO.....	22
2.6 LA BARRICA Y SU UTILIZACION EN LA PRODUCCION DE VINOS.....	22
3. OBJETIVOS .....	24
3.1 OBJETIVOS GENERALES .....	24
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	24
4. METODOLOGIA.....	25
4.1 COSECHA.....	25
4.2MOSTO DE MORA.....	25
4.2.1 Evaluación analítica.....	26
- Color .....	26
- Viscosidad .....	26
- Sólidos solubles.....	27
- Potencial de hidrogeno (pH) .....	27
- Acidez titulable.....	27
- Determinación del porcentaje de Alcohol .....	27
- Espectrometría infrarroja con transformada de Fourier (FTIR).....	28
4.2.2 Parámetros microbiológicos.....	28
4.3 PROCESO DE FERMENTACION ALCOHOLICA DEL MOSTO DE MORA.....	28
4.4 CLARIFICACION.....	28
4.5 MADURACIÓN EN BARRICA .....	29
4.6 ENVEJECIMIENTO EN BOTELLA .....	29
4.7ALMACENAMIENTO .....	29
4.8ANALISIS SENSORIAL .....	29
4.9 ANALISIS ESTADISTICO .....	30
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
5.1 COSECHA.....	30
5.2 MOSTO DE MORA .....	30
- Viscosidad .....	36
- Solido solubles (°Brix).....	37
- Acidez titulable.....	38

- Potencial de hidrogeno (pH).....	39
-Determinación de alcohol.....	40
- Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier - FTIR.....	40
5.2.2 Evaluación microbiología.....	41
5.3 PROCESO DE FERMENTACION ALCOHOLICA.....	42
5.4 PROCESO DE CLARIFICACION.....	43
5.5 PROCESO DE MADURACIÓN EN BARRICA.....	43
5.6 PROCESO DE ENVEJECIMIENTO EN BOTELLA Y ALMACENAMIENTO.....	43
5.7 ANALISIS SENSORIAL.....	44
6. CONCLUSIONES.....	46
7. RECOMENDACIONES.....	47

## TABLA DE CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 1. Esquema de equipo de zumo de mora de medida, (m).....	25
FIGURA 2. Coordenada a*.....	31
FIGURA 3. Coordenada b*.....	32
FIGURA 4. Coordenada L*.....	33
FIGURA 5. Interacciones de tono.....	34
FIGURA 6. Interacciones de croma.....	35
FIGURA 7. Interacciones de viscosidad.....	36
FIGURA 8. Interacciones de sólidos solubles.....	38
FIGURA 9. Interacciones de acidez expresada en acido málico.....	38
FIGURA 10. Interacciones de Ph.....	40
FIGURA 11. Espectro del análisis FTIR a través del tiempo.....	41
FIGURA 12. Interacciones de unidades formadoras de colonias.....	42
FIGURA 13. Diagrama radial del análisis sensorial.....	44
FIGURA 14. Grafica radial del proceso de maridaje.....	45

## TABLA DE CONTENIDO DE ANEXOS

<b>ANEXO A-1. Datos obtenidos durante el proceso de elaboración del vino de mora.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO A- 2. Análisis estadísticos por el software Statgraphis Centurion XVI.I.....</b>	<b>54</b>
a. Pruebas de múltiples rangos para Ph por tiempo.....	54
b. Pruebas de múltiples rangos para Ac Málico por tiempo.....	56
c. Pruebas de múltiples rangos para Brix por tiempo.....	58
d. Pruebas de múltiples rangos para a* por tiempo.....	61
e. Pruebas de múltiples rangos para b* por tiempo.....	63
f. Pruebas de múltiples rangos para L* por tiempo.....	65
g. Pruebas de múltiples rangos para Croma por tiempo.....	68
h. Pruebas de múltiples rangos para Tono por tiempo.....	70
i. Pruebas de múltiples rangos para Viscosidad por tiempo.....	72
j. Pruebas de múltiples rangos para Log Ufc/ml por tiempo.....	74
<b>ANEXO A-3. Tabla de resultado análisis sensorial.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO A-4. Análisis de varianza del análisis sensorial.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO A-5. Resultados del maridaje.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO A-6. Análisis de varianza anova del maridaje.....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO A-7. Fotografías del proceso.....</b>	<b>87</b>

## 1. INTRODUCCION

La bebida alcohólica fermentada más conocida es la proveniente de la uva (*Vitis*), bajo el nombre de Vino, la cual ha estado presente en las diferentes culturas y lugares del mundo durante siglos; aún no se ha establecido el lugar de origen, ya que influye el ente cultural, religioso y geográfico, pero de lo que sí se puede asegurar es que ha sido una bebida presente en toda la historia de la humanidad y la más estudiada, llegando a desarrollar todo un campo de conocimiento a través de la enología.

En el continente americano no hay registro histórico sobre el origen o inicio de la elaboración de bebida fermentada a base de fruta diferente a la uva, pero en los pueblos ancestrales ubicados en la zona andina se conocen bebidas fermentadas a base de maíz, o más conocida como chicha, mote morado, entre otras, pero que no han tenido un desarrollo agroindustrial importante y son considerados más como parte de la gastronomía local y cultural de la zona.

La elaboración de bebida alcohólica fermentada a base de fruta diferente a la uva, es un campo poco estudiado en el país, se sabe que son muchos los componentes que influyen para obtener una bebida de calidad, por ejemplo la ubicación geográfica, técnicas de producción, clima, tipo de levadura, los cuales determinan las características finales de la bebida; siendo este tipo de bebida alcohólica una alternativa de interés en los procesos agroindustriales, debido a la gran variedad de frutas presentes en Colombia, desarrollando nuevos productos con valor agregado.

Así, se propone elaborar una bebida fermentada a partir de la mora (*Rubus glaucus benth*) de variedad castilla inoculando una cepa de levadura específica para vinos tintos, siguiendo un procedimiento similar al empleado en la obtención de vino de uva, determinando las características físico-químicas y microbiológicas en todo el proceso y finalmente realizar maridaje del producto para conocer el grado de aceptación del mismo.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 MORA DE CASTILLA

La mora es una fruta muy apetecida por su olor, sabor y color; presenta características nutricionales y morfológicas particulares, permitiendo diversos procesos de transformación y degustación en distintas formas [2]. En el manejo postcosecha es susceptible al daño mecánico, magulladuras, las cuales aceleran los procesos de fermentación.

#### 2.1.1 Origen

La mora castilla es una fruta originaria de zonas tropicales del continente americano como: Colombia, Panamá, Ecuador, Honduras, México, Guatemala y Salvador [2].

En el mundo existen diversas variedades de mora, en Colombia se cultiva comercialmente la mora variedad castilla (*Rubus glaucus*), donde algunas de estas variedades poseen espinas y otras no. Se cultiva en las zonas andinas como en los departamentos del Huila, Nariño, Cauca, Tolima, Valle, Risaralda, Caldas, Antioquia, Norte de Santander, Quindío, Santander y Cundinamarca [3].

#### 2.1.2 Taxonomía

La clasificación taxonómica de la mora de castilla se define a continuación [2]:

**Nombre científico:** *Rubus Glaucus* Benth.

**Nombre vulgar:** Mora Castilla

**Reino:** Vegetal

**División:** Antofita

**Clase:** Dicotiledónea

**Subclase:** Arquiclamídea

**Orden:** Rosales

**Familia:** Rosácea

**Género:** *Rubus*

**Especie:** *Glaucus*

### 2.1.3 Descripción botánica y morfológica

La mora castilla es una planta de forma arbustiva, con buen desarrollo radicular en suelos franco arcillosos, el cual debe contar con buen drenaje, retención de humedad (media-alta), debido a que las plantas pueden sufrir estrés hídrico. Son plantas frondosas y espinosas comúnmente llamadas zarzas (que son del género *Rubus*), su nombre *Rubus glaucus* significa “rojo” y “blanquecina”, en latín describe en el color del fruto y en el color del envés de las hojas[3].

A la hora de cultivar esta planta lo principal que se debe tener en cuenta es el clima de la zona, ya que con la llegada de las heladas puede ocasionar grandes daños en la producción. La altitud ideal para la planta de mora es de 1800 a 2000 msnm, este cultivo es perenne y se desarrolla en tres etapas: la primera es donde nace una nueva planta en forma asexual o sexual, la segunda es la formación y el desarrollo vegetativo donde empiezan a florar la planta, y la tercera, es la etapa productiva donde se da a los ocho meses después del trasplante y de ahí la planta puede durar 5 años en producción según las BPA (Buenas Prácticas Agrícolas). Su raíz es ramificada y larga, sus tallos varían de grosor, algunos contienen espinas y pueden llegar a una altura considerable [3].

El fruto de esta planta se caracteriza por su llamativo color, el cual depende de la especie del fruto ya que hay algunos frutos con colores negro brillante, rojo oscuro, rojo claro y morado. Es de forma esférica, está rodeada por cantidades de drupas, internamente se encuentra la semilla; de las drupas se obtiene gran parte de la pulpa y sabor; en el centro está el receptáculo de forma alargada, el cual está compuesto por pectina [3].

### 2.1.4 Composición química y nutricional

La mora contiene carbohidratos con bajo valor calórico. Los compuestos fenólicos como los antocianos dan el color característico de esta fruta. Además, contiene antioxidantes, escrica en poli-fenoles cuyo efecto es desintoxicante para el organismo, aporta vitamina C, contiene pectina, taninos y ácidos orgánicos como: ácido oxálico y málico, los cuales aportan a su sabor [4]. Y otros componentes que se detallan en la tabla 1.

La mora en el uso medicinal posee un alto valor nutricional en el que posee propiedades refrescantes, antisépticas, digestivas y astringentes que ayuda a aliviar dolores como: la artritis, dolores estomacales, reumatismo, etc [5].

El cambio químico más representativo que se da en esta fruta es la maduración, donde al pasar de los días se va incrementado la velocidad de fermentación, por lo cual se recomienda almacenarlas a temperaturas de refrigeración(4-8°C) [4].

Al consumir esta bebida mezclada con la semilla es de valor nutricional y medicinal para el cuerpo humano ayudando a prevenir el cáncer, enfermedades del corazón, favoreciendo la circulación, digestión y reduciendo el colesterol; además, es una de fuente de glucosa saludable y protege al sistema inmune [4][5].

Factor Nutricional		
Ácido Ascórbico	8	Mg
Agua	92.8	G
Calcio	42	Mg
Calorías	23	kcal
Carbohidratos	5.6	G
Cenizas	0.4	G
Fibra	0.5	G
Fósforo	10	Mg
Grasa	0.1	G
Hierro	1.7	Mg
Niacina	0.3	Mg
Proteínas	0.6	G
Riboflavina	0.05	Mg
Tiamina	0.02	Mg

**Tabla 1.** Tabla de composición química de la mora [5].

### 2.1.5 Utilidades

En el mercado se pueden encontrar diversos productos a partir de la mora como mermeladas, compota, pulpas, fruta deshidrata, jaleas, gelatinas, conservas, aceites esenciales, bebida fermentada. Además en el arte

culinario la pulpa se emplea en diferentes recetas como tortas, yogurt, zumos, postres, helados, compotas, entre otros [5].

### **2.1.6 Producción de mora en Colombia y en el Huila.**

En Colombia la principal especie de mora cultivada es la *Rubusglaucus* conocida como mora de castilla, gracias a sus características morfológicas, botánicas y su adaptabilidad en campo abierto [5]. Según la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria(Corpoica), en los últimos años se ha incrementado la producción de mora en el país ya que algunas regiones cuentan con zonas adecuadas para este tipo de cultivos [6].

El área sembrada en cultivos de mora en Colombia es de 7.007 ha, en la cual 4.922 están en proceso de producción, con un rendimiento de 15 Tn/ha, lo cual indica una producción de 73.856 Tn anuales. En el 2013 en Colombia se produjeron 105.285,3 Tn de mora; el departamento de Cundinamarca es el principal productor con 25.098,6 Tn, otros departamentos productores son: Santander con 21.142,3 Tn, Antioquia con 14.676,3 Tn, Huila con 6.920,2 Tn y Caldas con 6.415,2 Tn [1]. En el Huila los principales municipios productores de mora variedad castilla son: Isnos, Pitalito, San Agustín, Garzón y La Plata [1].

## **2.2 VINO DE FRUTAS**

En la Norma Técnica Colombiana (NTC)708, se define el vino de frutas como un “producto obtenido por la fermentación alcohólica normal de mostos de frutas frescas y sanas o del mosto concentrado de las mismas, que ha sido sometido a las mismas prácticas de elaboración que los vinos de uva.” Esta norma establece que el nombre de la bebida se conforma con la palabra “Vino de “, siguiendo el nombre de la fruta con la cual se elaboró la bebida[7].

En la NTC 222 se define a la bebida alcohólica fermentada como, “aquellas obtenidas por fermentación alcohólica de mostos y que son sometidas a operaciones tales como clarificación, estabilización y conservación” [8].

Además, la misma norma define el mosto como “sustrato fermentable obtenido a partir de frutas, cereales o de otros productos naturales, ricos en carbohidratos susceptibles de transformarse en etanol mediante procesos fisicoquímicos o bioquímicos. Se le designara por la frase “mosto de...” seguida del nombre de la fruta o sustancia de la cual proviene [8].

### 2.2.1 Clasificación

De acuerdo a la NTC 222 los vinos de fruta se clasifican de la siguiente manera: [8].

- **Vino de frutas espumoso natural:** es el vino que se expende en botellas a una presión inferior a  $4,053 \times 10^5$  Pa, a  $20^\circ\text{C}$  y cuyo anhídrido carbónico proviene exclusivamente de una segunda fermentación alcohólica en recipiente cerrado. Esta fermentación se puede obtener por la adición de sacarosa o mosto concentrado y levaduras seleccionadas.
- **Vino de frutas espumoso o espumante:** es el vino que ha sido adicionado de anhídrido carbónico puro en el momento de su embotellado. Debe expendirse a una presión no inferior a  $4,053 \times 10^5$  Pa a  $20^\circ\text{C}$ .
- **Vino de frutas burbujeante:** es el vino que ha sido adicionado de anhídrido carbónico puro en el momento de su embotellado a una presión inferior a  $4,053 \times 10^5$  Pa a  $20^\circ\text{C}$ .
- **Vino de frutas generoso o licoroso:** es aquel vino al cual se adiciona alcohol vínico o alcohol etílico rectificado neutro, pudiendo ser edulcorado. Debe tener una graduación alcohólica mínima de  $14^\circ$  alcohol-métricos.
- **Vino de frutas aperitivo o compuesto:** aquel elaborado con base mínima de 75 % de vino de frutas, adicionado o no de alcohol rectificado, adicionado de sustancias aromáticas, amargas, o mezcla de éstas o sus extractos, o ambos; de origen vegetal. Puede ser edulcorado con sacarosa, mosto de frutas o mistela y coloreado con los colorantes permitidos por el Ministerio de Salud. En este vino predomina el carácter de las hierbas o sustancias aromáticas añadidas.
- **Sidra:** bebida obtenida por la fermentación alcohólica de manzanas frescas y sanas o del mosto concentrado de las mismas, puede ser edulcorada o no y adicionada o no de anhídrido carbónico puro.
- **Perada:** bebida obtenida por la fermentación alcohólica de peras frescas y sanas o del mosto concentrado de éstas, puede ser edulcorada o no y adicionada o no de anhídrido carbónico puro.
- **Vino de frutas quinado:** vino de frutas adicionado, entre otros ingredientes naturales, de maceraciones o infusiones de quina calisaya o de tintura de quina.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que la clasificación más conocida es la que se hace a partir del vino de uva, y que depende del punto de vista del investigador, ya que se puede clasificar a partir de la técnica de producción, color, sabor en referencia al dulzor o los grados  $^\circ\text{Brix}$  de la bebida, grados de alcohol, ciertamente, predomina

la clasificación según el atributo de color (tintos, blancos y rosados) y sabor (seco, semi-seco y dulces)[9].

### **2.2.2 Proceso de elaboración del vino de fruta**

El proceso de elaboración del vino de mora va desde el proceso de cosecha hasta el embotellado y almacenamiento [10]. Es de resaltar que para la obtención de una bebida fermentada a base de frutase debe tener en cuenta diferentes parámetros como: acidez, °Brix, grado de madurez y calidad de la materia prima.

### **2.2.3 Elaboración del mosto**

#### **- Selección y lavado de la fruta**

La selección de la fruta va desde el momento en que se realiza la cosecha, recolectando el fruto de mejores características en cuanto a color y tamaño. Se realiza un control de calidad en el lugar de procesamiento, determinando el estado de madurez y calidad del fruto recolectado, desechando la fruta que presente algún tipo de daño, ya sea mecánico o de madurez extrema; ya que estos factores influirán en las características organolépticas del vino. Posteriormente se realiza el corte de las hojas, tallos y extracción de partículas ajenas al fruto, ya que puede darle sabores amargos y desagradables. Finalmente, se realiza un lavado con agua potable eliminando así focos de posible contaminación del mosto [11].

#### **- Caracterización de la fruta**

La caracterización de la mora se realiza teniendo en cuenta parámetros de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 4106 [12].

#### **- Pesado**

Operación que permite determinar la cantidad de materia prima y demás elementos a utilizar en la elaboración de la bebida fermentada.

#### **- Estrujado**

Es el proceso en el que el fruto se aplasta manualmente o mecánicamente, cuya finalidad es extraer la mayor cantidad de zumo o mosto sin destruir las drupillas y tálamo de la mora, ya que estos quedan expuestos a las levaduras en la fermentación dando colores, sabores y otros componentes a la bebida fermentada [13].

- Análisis del mosto

Proceso donde se realiza la caracterización física, química y microbiológica para determinar las condiciones iniciales y finales de cada fase [14].

#### **2.2.4 Chaptalización o corrección del mosto con azúcar**

Este proceso es conocido como chaptalización, se le debe el nombre al químico francés Jean Antoine Chaptal, quien en 1802 desarrollo este concepto en el libro “El Arte de Hacer los Vinos”. La chaptalización se realiza debido a que la fruta no produce los °Brix suficientes para obtener un buen vino, para lo cual se realiza una corrección del azúcar, adicionando al mosto azúcar o algún edulcorante fermentable hasta alcanzar los °Brix deseados [15].

El exceso de azúcar en el mosto permite el desarrollo de microorganismos patógenos y provoca fermentaciones débiles; para ello se recomienda iniciar con 21°Brix, el cual es el óptimo.

Estudios previos afirman que existe una relación estrecha entre los azúcares presentes en el mosto y el comportamiento de las levaduras [15].

#### **2.2.5 Fermentación alcohólica**

Es el proceso en que los azúcares fermentables con ayuda de las levaduras, se convierten en alcohol, dióxido de carbono y otros compuestos. Este se debe realizar en un recipiente cerrado, para proporcionar las condiciones anaeróbicas, con un orificio que permita que los gases generados por la fermentación puedan salir, pero que no entre oxígeno. El proceso de fermentación alcohólica termina cuando los °Brix se estabilizan [14].

- Activación Levadura

Proceso en el que se dan las condiciones óptimas de temperatura para reactivar el lío-filo de levadura.

Las levaduras son muy sensibles a la temperatura, necesitan una alimentación apropiada de azúcares, sales minerales, sustancias nitrogenadas y factores de crecimiento.

Existen gran variedad de levaduras de interés enológico destacándose tres grupos principales: levaduras con características especiales, levaduras raras y accidentales; cada una tiene una capacidad de fermentación, producción de alcohol, reproducción y resistencia. Para el proceso de fermentación se empleó la *Saccharomyces Cerevisiae Var Bayanus*, especial para vino tintos [15].

- Inoculación

Se realiza la inoculación de la levadura activada al mosto de la fruta.

- Control de temperatura

La temperatura ideal está entre los 20°C y 25°C [15], es importante para el desarrollo de las levaduras, la velocidad de fermentación es más rápida a temperatura más elevada, ya que hay mayor transformación de azúcar. Es fundamental controlar la temperatura para poder obtener el mayor rendimiento en transformación de azúcares en alcohol por la acción de la levadura. Cuando la temperatura es mayor a 35°C la fermentación se detiene por agotamiento de las levaduras, es decir, aumenta el trabajo por transformar los azúcares, agotándose las levaduras antes de tiempo y sin terminar el proceso de fermentación, al detenerse el proceso, los grados de alcohol esperados son menores [15].

- Control de la fermentación

El propósito de este proceso es poder realizar mediciones de °Brix, pH y acidez, indicando el comportamiento de la fermentación, el buen funcionamiento y trabajo de las levaduras. Además, un control a los datos, donde permite actuar en caso de que los resultados no sean los esperados [15].

## **2.2.6 Transformación en vinos tintos**

- Filtración del mosto fermentado

Consiste en separar los sólidos en suspensión de la bebida fermentada [15].

- Clarificación y reposo del mosto fermentado.

En este proceso se busca mejorar la calidad del vino en características como color, olor y sabor mediante el uso de agentes clarificantes como clara de huevo, bentonita, gelatina sin sabor, taninos, hexaxianoferrito, carbón activado, perlita, celulosa, entre otros [13].

- Maduración en barrica

La maduración en barrica es un proceso que permite a la bebida alcohólica fermentada adquirir aromas, limpidez y estabilidad. La madera de la barrica cede compuestos como polifenoles, taninos y compuestos volátiles, contribuyendo con el bouquet de la bebida alcohólica fermentada [15].

#### -Envejecimiento en botella y almacenamiento

Previo al embotellado debe realizarse la esterilización de las botellas. El embotellado puede realizarse manualmente, seguido del encorchado y etiquetado. La elección del color de la botella del vino tiene gran importancia debido a la acción de la luz, ya que los envases que dejan atravesar radiación pueden envejecer el producto por procesos de oxidación, ocasionar cambios de color, sabor, aroma y precipitaciones indeseadas [15].

El lugar de almacenamiento del vino embotellado debe tener temperatura aproximada de 15°C, excelente ventilación, lugar sin olores fuertes, humedad relativa de 75-85% y las botellas deben disponerse en posición horizontal garantizando que la bebida humedezca el corcho y así evite el ingreso de oxígeno atmosférico [16].

El tapón corcho es un objeto utilizado para tapar las botellas de vino, el cual es hecho de diversos materiales, cada uno varía de acuerdo al uso, ya que cada tipo de tapón posee una característica distinta, con sus ventajas y desventajas. Se encuentran corcho natural, corcho sintético y tapón con rosca [15].

El tapón de corcho natural es un material poroso e impermeable, elaborado con material de alcornoque. En la industria se utilizan dos clases de corcho o tapón, uno para vino y otro para cavas. Lo primero que se debe realizar después de destapar una botella es oler el corcho, ya que esto es un indicador del estado del vino, cuando el corcho huele a vino está en buenas condiciones y cuando su olor es a moho, barro o algún olor que no sea característico de un vino, se encuentra en malas condiciones. Los tapones de corcho natural se clasifican en colmatado, aglomerado, técnico, cavas y espumosos [17].

Los tapones sintéticos son elaborados con polímeros y relleno de un material termoplástico con cualidades elásticas, son más baratos, garantiza la inocuidad, mantiene el ritual del descorche y permite que el vino se pueda conservar en vertical, ya que impide el paso total de oxígeno. Ladesventaja es que se debe colocar en vinos que se consuman una vez destapados, debido a que una vez descorchadono permite que el vino se desarrolle, particularmente en los vinos que son de guardar [17].

Los tapones de rosca son hechos generalmente en aluminio, permite sellar la botella evitando la micro-oxigenación, son característicos para vinos de consumo una vez destapado. Aquí ya no es posible realizar el descorche, el cual es un proceso valorado por los consumidores de esta bebida [17].

## 2.3 COLOR EN LOS VINOS

Cuando es degustado un vino la primera sensación que se percibe en una copa de vino es su apariencia visual, el color (*Imagen 1*). Esta característica en los vinos es una de las principales propiedades organolépticas más importante a la hora de comprar y evaluar un vino. El color en los vinos cuenta con un amplio estudio, ya que en esta característica se puede observar la edad del vino, limpidez, densidad, acidez, cuerpo, brillo, consistencia, los residuos suspendidos y su coloración; siendo algunos atributos determinantes para la calidad que posee un vino. Según su clasificación cuentan con una gama amplia de colores, donde hay vinos que son elaborados en muy poco tiempo como los vinos blancos, rosados, espumosos y jóvenes, que se producen durante un año. Otros vinos son elaborados con la intención de ser añejados durante muchos años, que son almacenados en barricas y después envasados en botella.



**Imagen 1.** Color de los vinos.

El color en los vinos también se debe a la composición química, principalmente por los fenoles presentes en las frutas, desarrollando el color durante el proceso de vinificación [15] [18].

Los compuestos fenólicos se clasifican en no flavonoides y flavonoides. Los compuestos no flavonoides no inciden directamente en el color del vino tinto, si no que la oxidación enzimática producida por estos compuestos afecta a los vinos blancos, originando tonalidades amarillas o marrones, los cuales son más pronunciados cuando son sometidos a proceso de maduración en barril con colores más oscuros [19].

Los compuestos flavonoides incluyen ácidos fenoles como los taninos, antocianos, antocianinas, etc., que se encuentran presentes en las semillas, en las vacuolas de las células vegetales y en la pulpa de la fruta, los cuales poseen anillos aromáticos responsables de los aromas y olores del vino, desarrollados durante el proceso de la vinificación [20].

Los antocianos y taninos son los que dan el color del vino. Los antocianos son pigmentos naturales que están presentes en todas las partes de la planta y en el fruto maduro donde sus colores pueden ser rojos, violeta y azules [21].

Los taninos tienen estructura Flavan-3-oles pertenece a la familia de los flavonoides, los cuales son responsables del sabor amargo, la astringencia, el cuerpo y la capacidad de envejecimiento del vino [22].

### **2.3.1 Elementos requeridos para percibir el color**

A la hora de observar el vino se puede percibir el color de los vinos, para ello es necesario tener una buena claridad (luz) del sitio de estudio, la persona evaluadora y un fondo blanco [23].

#### **- LUZ**

La luz permite ver los colores percibidos en cada objeto los cuales son afectados por la intensidad de la luz y contenido espectral; hay distintas variedades de luz como la luz blanca pura que da una intensidad clara y precisa.

#### **- OBJETO**

El ser humano es capaz de ver colores gracias a dos propiedades de la luz, la absorción y la reflexión. Un cuerpo opaco, es decir no transparente, absorbe gran parte de la luz que lo ilumina y refleja una parte más o menos pequeña.

#### **- OBSERVADOR**

El ojo humano es el sentido más importante para la persona, el cual funciona como una cámara fotográfica donde va captando imágenes y movimientos en el entorno.

La retina es una membrana captadora de luz que funciona como pantalla, en el cual la cornea y el cristalino focaliza las imágenes. Existen dos tipos de células visuales: los conos y bastoncitos, cuya función es transformar las imágenes en impulsos nerviosos al cerebro. Los conos requieren una luz brillante para su funcionamiento (día), pero se pueden observar tonos y matices de color; el bastoncito requiere muy poca luz permitiendo ver sin colores en un fondo azul negro.

## **2.4 LIMPIDEZ DE UN VINO**

La limpidez en un vino está relacionada con la cantidad de partículas o residuos de material sólido suspendido. Hoy día existe gran variedad de procedimientos con ayudas tecnológicas que permite que las bebidas alcohólicas fermentadas tengan una excelente limpidez. Una manera artesanal para generar limpidez en un vino es a través de proceso de filtración, precipitación o decantación [15].

## **2.5 CALIDAD Y BENEFICIOS DE UN VINO**

La calidad de un vino se mide a través del resultado que se obtiene de la degustación de la bebida, es decir de la evaluación de la bebida hecha a través de los sentidos: la vista, el olfato y el gusto, (análisis sensorial) [9].

Dentro de los beneficios del vino se destacan: su uso medicinal, ya que ayuda a disminuir la cantidad de colesterol en la sangre, protegiendo los vasos sanguíneos y paredes vasculares e impiden la formación de coagulo [15].

## **2.6 LA BARRICA Y SU UTILIZACION EN LA PRODUCCION DE VINOS**

El vino durante su maduración sufre una serie de transformaciones terminando por adquirir nuevas características organolépticas y estabilidad. Durante la maduración, las modificaciones se generan por la oxidación prolongada del vino [15].

En cuanto al sabor se inician cambios que dan lugar al bouquet, el cual tiene el origen en los poli-fenoles, que son sustancias particularmente olorosas, a la disminución del potencial redox. La intensidad del bouquet depende del potencial límite oxido-reducción alcanzado.

Las reacciones entre los ácidos y los alcoholes presentes en la bebida es muy lentamente, permitiendo la formación de ésteres ácidos, que no son volátiles. Estas reacciones solo son perceptibles de los vinos después de varios años [15].

La maduración en roble es un proceso que da mejores resultados para los vinos de colores tintos que los blancos, debido a que se conservan de esta manera adquieren mejor sabor y alcanzan el máximo de calidad en poco tiempo; además, los vinos son mejor presentados en barrica.

El vino en el barril permanece fresco debido a que disminuye la disolución con el oxígeno. La barrica en madera de roble cede compuestos, como poli-

fenoles, taninos y componentes volátiles, que contribuyen al sabor y al bouquet de las bebidas, que mejoran con el paso del tiempo [15].

El roble posee características que permiten ser utilizadas en la maduración de las bebidas alcohólicas fermentadas, debido a las buenas propiedades mecánicas, indispensables para la resistencia de las barricas, facilidad de corte por hendidura, al curvado y moldeado, ligera porosidad, favorable a las oxidaciones y fenómenos físico-químicos que intervienen en el envejecimiento y confiere a la bebida una coloración y aroma particular, debido a la presencia de sustancias extraíbles. El roble cuenta con más de 250 especies, siendo el roble francés de Limousine el más apreciado para la fabricación de barricas.

Hay que tener en cuenta que una barrica usada no confiere o trabaja de la misma manera que una barrica nueva, ya que las barricas usadas evitan el desarrollo de la acidez volátil, en tanto que la madera nueva favorece la fermentación malo-láctica y la evolución de los pigmentos, taninos y polisacáridos [15].

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVOS GENERALES

- Elaborar una bebida alcohólica fermentada a partir del mosto de mora variedad castilla (*RubusglaucusBenth*).

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar y adoptar procesos realizados durante la elaboración de vino tinto de uva, que puedan ser aplicados para la elaboración del vino de mora.
- Evaluar las características físico-químicas y organolépticas de la bebida fermentada, madurada y añejada.
- Evaluar el crecimiento microbiano de la cepa *Saccharomyces Cerevisiae* Var *Bayanus* en el mosto durante los primeros 5 días de fermentación.

## 4. METODOLOGIA

Para la evaluación del mosto de mora se realizó análisis por triplicado para cada uno de los tratamientos (muestra y replica). Los análisis realizados fueron físicos, químicos y microbiológicos, este último se realizó por duplicado.

Los tiempos de evaluación del proceso fueron 0, 8, 24, 48, 72, 96h y días 9, 14, 76 y 107.

### 4.1 COSECHA

La ubicación geográfica del lugar de la recolección de la mora fue en el departamento del Huila, Municipio de El Hobo, Vereda El Batán, Finca Nazareth con una extensión de 4 hectáreas, a una altura de 1850 m.s.n.m.

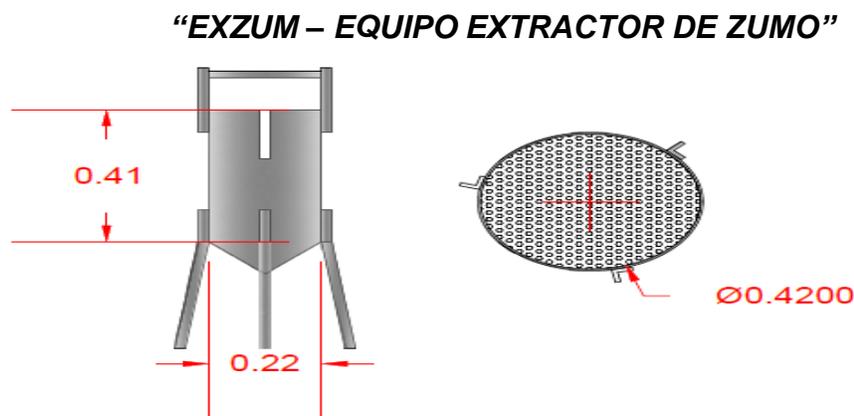
### 4.2 MOSTO DE MORA

El proceso de obtención del mosto de mora se realizó en el laboratorio de CESURCAFE de la universidad Surcolombiana, ubicado en la facultad de ingeniería del programa Ingeniería agrícola.

Se adecuó el lugar del laboratorio donde se realizó el proceso de obtención del mosto, con el fin de cumplir con las normas básicas de higiene, para evitar contaminar el mosto.

Primero se realizó el lavado y selección de la mora, donde se observó que la fruta no presentaba daño mecánico, ni un avanzado grado de madurez.

La máquina construida para la extracción del mosto de mora, y con la cual se buscó obtener un mosto con las mejores características posibles para la elaboración de la bebida fermentada alcohólica de mora o vino de mora, el cual cuenta con las siguientes dimensiones (Figura 1):



**Figura 1.** Esquema del equipo de extracción de zumo de mora. Sistema de medida, metro (m)

Elaborada por Manuel Oviedo-Jennifer lozano-2016

Al equipo extractor de mora, se le adaptó un gato hidráulico de 2 Tn para generar presión sobre los frutos y así extraer el mosto alojado en las vacuolas de las células vegetales. A este proceso se le denomina estrujado.

Con la maquina construida para tal fin. Utilizando la presión generada por un gato hidráulico de 2 Tn, para generar compresión sobre el fruto y así poder extraer el mosto, alojado en las vacuolas de las células vegetales, este proceso es conocido enológicoamente como estrujado.

#### 4.2.1 Evaluación analítica

##### - Color

Para la medición de color, se tomó una muestra de 40 ml de la bebida fermentada a los diferentes tiempos estipulados midiendo las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  con el equipo Konika Mikolta.

La coordenada cromática  $a^*$  indica el color que varía de rojo cuando es positivo y de verde cuando el valor es negativo.

La coordenada cromática  $b^*$  indica el color amarillo cuando su valor es positivo y azul cuando es negativo.

El parámetro  $L^*$  que indica la luminosidad, donde a partir de la ubicación de los parámetros  $a^*$ ,  $b^*$  y  $L^*$  da al color un tono más claro, hasta llegar a ser blanco ( $L^*=100$ ) o más oscuro hasta llegar a ser negro ( $L^*=0$ ).

Los parámetros CIELAB de  $c^*$  (croma) y  $H^*$  (tono) fueron calculados con base a las coordenadas cromáticas  $a^*$  y  $b^*$ .

Cuando el valor de  $H^*=0$  indica rojo, a medida que aumenta el tono ( $H^*$ ) o se aleja de 0 varia hacia tonos rojo-naranja ( $H^*=45$ ), amarillo ( $H^*=90$ ), verde ( $H^*=180$ ) y azul ( $H^*=270$ ).

$$c^* = \{(a^*)^2 + (b^*)^2\}^{1/2} \quad (1)$$

$$H^* = \arctan(b^*/a^*) \quad (2)$$

##### - Viscosidad

La viscosidad se midió con el equipo The Brookfield DV3T Rheometer en donde se trabajó con muestras de 10ml, a 150 RPM con la aguja ULA, torque promedio de 75,32%.

- Sólidos solubles

El contenido de sólidos solubles (°Brix), para las muestras del vino de mora se determinó con el refractómetro digital (ATAGO DIGITAL PR-201α).

- Potencial de hidrogeno (pH)

Para la determinación del pH se realizó con el potenciómetro OHAUS started (5000), previamente calibrado de acuerdo a la norma AOAC-981.12 (1997). El valor se obtuvo introduciendo el electrodo directamente en la muestra.

- Acidez titulable

La acidez titulable se determinó tomando 10 ml de muestra, se le añadió 3 gotas de fenolftaleína concentración 1%. Donde se realizó la titulación con NaOH hasta que se obtuviera una coloración rosada y un pH de 8.

$$\% \text{acido malico} = \frac{V_1 \times N}{V_2} \times K \times 100 \quad (3)$$

Donde:

$V_1$ : Volumen de NaOH consumido (ml)

$V_2$ : Volumen de la muestra (2ml)

K: peso equivalente del acido malico  $\left(\frac{0,067\text{g}}{\text{meq}}\right)$

N: normalidad del NaOH  $\left(0,1 \frac{\text{meq}}{\text{ml}}\right)$

- Determinación del porcentaje de Alcohol

Se determinó con el hidrómetro, calculando el porcentaje de alcohol por densidades, para el cual se obtuvieron dos mediciones, una antes del proceso de fermentación y la otra terminando el proceso de envejecimiento en botella, donde posteriormente se utilizó la siguiente ecuación:

$$GO - GF = N \quad (4)$$

$$\% \text{Alcohol} = N * 131,25 \quad (5)$$

Donde:

$GO = \text{Gravedad original} - \text{antes de iniciar el proceso de fermentacion}$

$GF = \text{Gravedad final} - \text{Termina el proceso de envejecimiento en botella}$

- Espectrometría infrarroja con transformada de Fourier (FTIR)  
Se obtuvieron los espectros de reflexión de los grupos funcionales de las sustancias orgánicas e inorgánicas presentes en las muestras de mosto de mora, a lo largo del proceso de fermentación, añejamiento y maduración. Para lo cual, se tomó una muestra de 10 ml de cada tanque y se procedió al análisis mediante el equipo Agilent Cary 630.

#### **4.2.2 Parámetros microbiológicos**

Se tomó una muestra de 1 ml y se homogenizó con agua de peptona (Merck KGaA), y se realizaron diluciones seriadas. Posteriormente, se hizo siembra en profundidad de cada dilución en agar YGC (Merck KGaA) luego, las placas se incubaron a 37 °C por 24 horas, transcurrido ese tiempo se realizó el conteo de unidades formadoras de colonia por ml (ufc/ml). Después se realizó la tinción gram, la cual fue observada en microscopio (OLYMPUS CH2), realizando descripción de morfología y color.

### **4.3 PROCESO DE FERMENTACION ALCOHOLICA DEL MOSTO DE MORA**

El mosto de mora obtenido se distribuyó en dos tanques de 20 litros, cada uno. En la tapa del tanque se le adaptó una trampa de aire, la cual facilitó la salida de CO<sub>2</sub> e impidió el ingreso de oxígeno. Se determinó los °Brix del mosto original, y en caso de tener un valor inferior a 21 °Bx, se realizó una corrección de azúcar hasta alcanzar el valor de 21 °Bx. Se utilizó la levadura *Saccaromyces Cerevisae Var. Bayanus* (Oenoferm).

La levadura fue activada en una porción de mosto obtenida de cada tanque; para lo cual se llevaron las muestras al baño maría (Mémert) hasta que alcanzó una temperatura de 30° C. Luego, dicha porción fue inoculada en el respectivo tanque.

En los primeros cinco días del proceso de fermentación se adaptó una electrobomba sumergible (Squash), con un caudal de 230 l/h a cada tanque, con el fin de que la muestra se mantuviera homogénea.

### **4.4 CLARIFICACION**

Pasados los primeros 5 días, se realizó un primer filtrado con tela toldillo 3mm de diámetro, para retirar material sólido que pueda generar aspecto osaborno deseado.

Se adicionó 4 gr de gelatina sin sabor por tanque, homogeneizándola y dejando en reposo para la separación de fases durante 3 días. Posteriormente, se separó la fase líquida y sólida del mosto fermentado,

debido al proceso de encolado proteico mejorando así el proceso de clarificación natural. Luego se realizó otro proceso defiltración, con lienzo.

#### **4.5 MADURACIÓN EN BARRICA**

El mosto fermentado y clarificado se introdujo en cada uno de los barriles de roble blanco colombiano (Barriles de Colombia), con capacidad de 15 L cada uno, durante 2 meses.

Las características fisicoquímicas se evaluaron al inicio y al fin del proceso de maduración, siguiendo lo descrito en 4.2.1 y 4.2.2.

#### **4.6 ENVEJECIMIENTO EN BOTELLA**

Una vez esterilizadas las botellas en autoclave (SciFinetech), 180 °C, durante 60 minutos; se realizó el embotellado del vino de mora en botellas de color marrón de 750 ml, finalizando con el encorchado.

#### **4.7 ALMACENAMIENTO**

Cada una de las botellas se almacenó durante 2 meses en la sala de análisis sensorial del laboratorio de CESURCAFE en cajas de cartón, teniendo en cuenta que las botellas quedaran inclinadas, garantizando que el corcho este en contacto con la bebida y evitar la entrada de oxígeno. Posteriormente se realizó un análisis físico y químico de la bebida, según lo indicado en 4.2.1 y 4.2.2.

#### **4.8 ANALISIS SENSORIAL**

El análisis sensorial se realizó en el laboratorio de CESURCAFE, con la participación de 15 personas no experimentadas, donde inicialmente se caracterizó la bebida alcohólica. Inicialmente, se proporcionó a cada persona una copa de vino de mora, para que apreciara el color y limpidez llevando la copa hacia una fuente de luz. Luego, se recomendó realizar movimientos circulares sujetando la copa desde la base para no calentar la bebida y así, identificar los aromas de la misma. Después, se sugirió tomar un sorbo, permitiendo que recorriera en la lengua desde la punta hasta el final, dejando unos segundos en la boca, hasta que el alcohol de la bebida ascendiera al paladar. Finalmente, se mandó y se pidió a los participantes identificar la sensación final que dejaba en la boca.

Se aplicó una encuesta de 9 puntos, con el fin de conocer el grado de aceptabilidad del producto mediante maridaje con queso fresco, queso maduro, jamón y cerezas. En el intermedio de cada alimento se proporcionó a las participantes galletas de soda para evitar la saturación gustativa entre los alimentos suministrados.

## **4.9 ANALISIS ESTADISTICO**

El análisis estadístico se hizo con el empleo del programa informativo StatGraphics (Centurion XVI).

Se realizó un análisis de varianza simple (ANOVA) para los datos físicos, químicos y microbiológicos a lo largo del tiempo y entre tanques. El F-test en la tabla ANOVA comprueba si existe alguna diferencia significativa entre medias. Las diferencias entre medias fueron consideradas significativas cuando  $p < 0.05$ .

Se realizaron análisis estadístico de varianza ANOVA con el paquete estadístico Microsoft office Excel, con nivel de significancia de 0,05 para los cálculos de las correlaciones estadísticas entre tratamiento y réplica, para el análisis sensorial.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1 COSECHA**

Se recolectó en la finca Nazareth 37,5Kg de mora variedad castilla con espinas. En el momento de la recolección se registró una temperatura promedio de 18°C y una humedad relativa promedio de 65%, entre las 9:00am y 11:00 am.

La cosecha fue de un mismo lote y variedad; por lo cual, según referencias enológicas se denomina como una bebida varietal [25].

La fruta recolectada se almacenó en termos refrigerado, evitando que ocurriera daño mecánico, así fue conservada la fruta en óptimas condiciones para el proceso de transformación.

### **5.2 MOSTO DE MORA**

Los 40 L de mosto de mora extraído mediante el equipo de extracción de zumo (EXZUM) diseñado y fabricado por los autores, permitió obtener el mosto presente en las drupas con un color vino tinto intenso, de óptima calidad, extrayendo la mayor cantidad de los compuestos fenólicos a través del estrujado.

Los compuestos fenólicos de la mora pasan al mosto a través de dos procesos, por disolución de los compuestos fenólicos y materia colorante de las partes

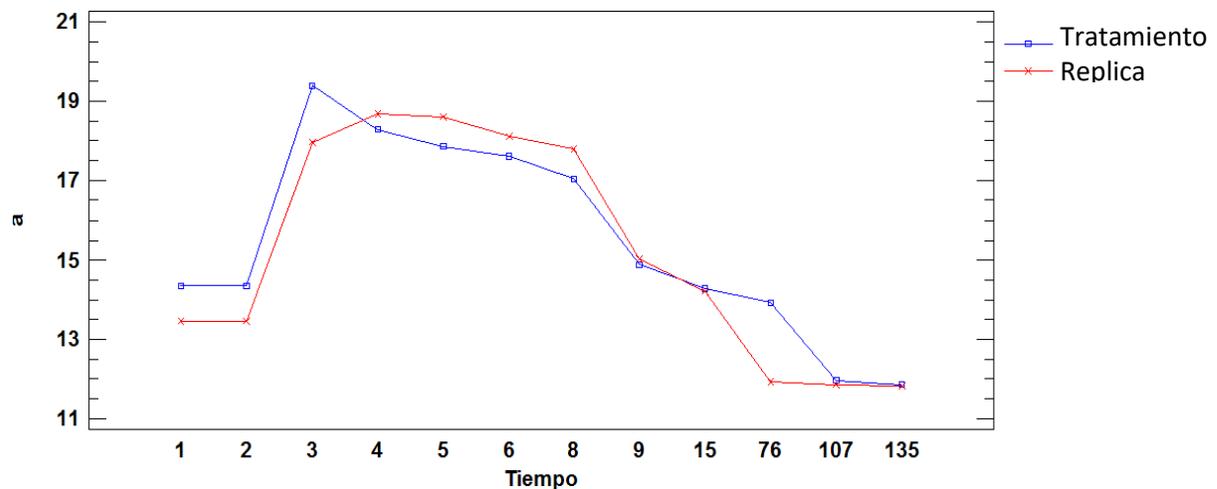
sólidas (estrujado) y por difusión en el mosto durante la fermentación, (remontado) [15] [17].

Los compuestos fenólicos más importantes de la mora son los antocianos y elagitaninos. Los antocianos y los elagitaninos se encuentran en las semillas (aproximadamente 88%) y en la pulpa (aproximadamente 12%) [21].

### 5.2.1 Evaluación analítica

#### - Color

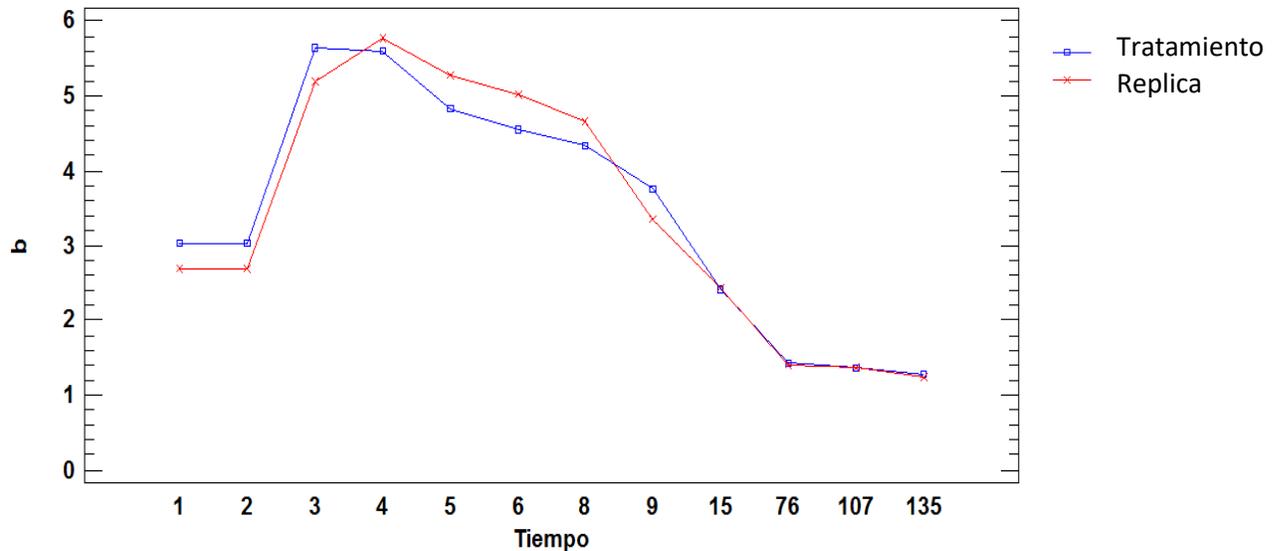
En la *Figura 2*, se observa el comportamiento a través del tiempo de la coordenada CIELAB  $a^*$ .



**Figura 2.**Coordenada  $a^*$

En el proceso de fermentación la coordenada  $a^*$  es constante los días 1 y 2, dicho valor se incrementa el día 3, favoreciendo la tonalidad roja y luego, hasta el día 8 se evidencia descenso mostrando diferencias estadísticamente significativas entre el inicio y final de la fermentación [24]. Durante los primeros 5 días se realizó la homogenización de los tanques permitiendo aprovechar los antocianos y otros compuestos fenólicos para su difusión [15]. En el proceso llevado en la barrica, continua el descenso de  $a^*$  con diferencias significativas (8-76 días), lo cual se atribuye a los pigmentos que transfiere la madera a la bebida [15]. Luego, en el embotellado se aprecia que las botellas ámbar mantienen estable el color (Anexo A-2 sección d) [24]. Entre el tratamiento y la réplica se aprecia un comportamiento similar en la coordenada  $a^*$ .

En la *Figura 3*. Se muestran los resultados obtenidos a través del tiempo de la coordenada  $b^*$ .



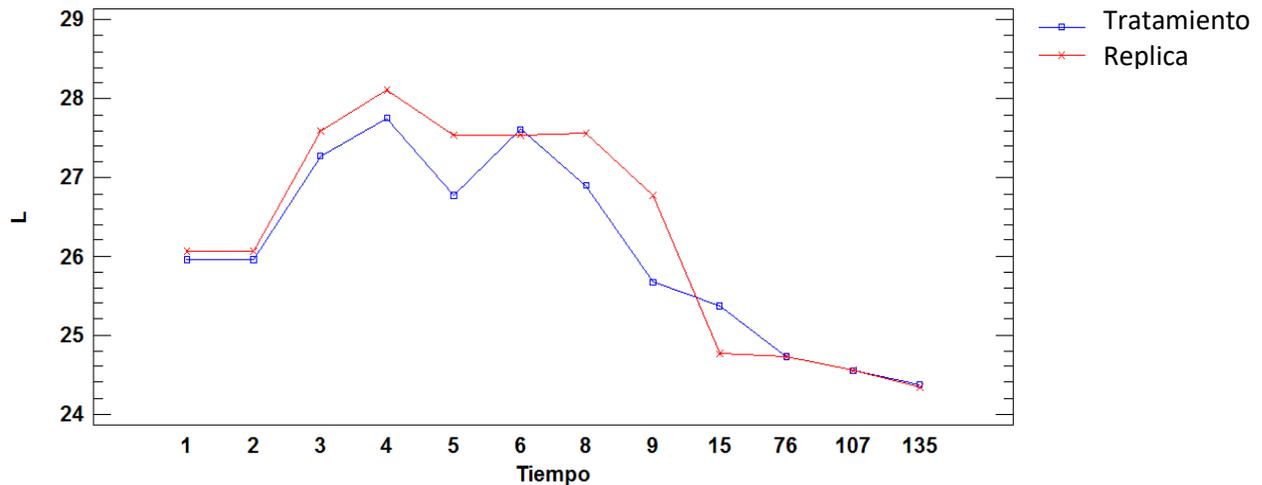
**Figura 3.** Coordenada  $b^*$

La coordenada  $b^*$  durante los días 1 y 2 tuvo un comportamiento constante tanto en el tratamiento como en la réplica, incrementando posteriormente hasta el día 4, debido a la homogenización de los tratamientos, el cual duro hasta el 5 día. En el proceso de fermentación son disueltos los compuestos fenólicos y por ende donde se presenta el valor más alto en la coordenada cromática  $b^*$  [15]. Luego, se observa un descenso con diferencias significativas en los días que van del 8 al 76, modificando la tonalidad del vino en la coordenada cromática amarilla (Anexo A-2 sección e)[26], debidoprobablemente a la disminución de la concentración de polifenoles con él tiempo.

A partir del inicio de la maduración en barrica (día 15-76) presenta un descenso debido al proceso de oxidación por la porosidad de la barrica.

El envejecimiento en botella ámbar (día 76-135), no presentan diferencias significativas en el vino para la coordenada  $b^*$ , estabilizándose, debido a que la presencia de compuestos fenólicos de las reacciones es menor y no modifica considerablemente el color del vino y su tono rojizo dado por los antocianos.

Los resultados obtenidos del parámetro  $L^*$  (Luminosidad) a lo largo del proceso se observan en la *Figura 4*.



**Figura 4.**Coordenada L\*

En el proceso de fermentación para la coordenada L\* se observa que en el día 1 y 2 se encuentra estable, y posteriormente hasta el final del proceso presenta diferencias significativas (Anexo A-2, sección f). Durante el proceso de fermentación (día 1-15), su valor es elevado debido a la alta presencia y reacción de antocianos y polifenoles, los cuales disminúan su concentración a medida que avanza el tiempo; cabe mencionar que el proceso de remontado para mantener homogénea el mosto en los tanques de fermentación permitieron aumentar los valores de luminosidad. Durante el proceso de maduración en barrica (día 15-76), disminuye la luminosidad con diferencias significativas, (Anexo A-2, sección f), debido a que los polifenoles se oxidan debido al potencial redox, es posible que la porosidad de la madera, además la presencia de los elagitaninos de la barrica contribuye en la evolución del color a través de la copigmentación y su acción antioxidante[15].

El proceso de envejecimiento en botella de color ámbar (día76-135), presenta diferencias significativas debido ala presencia de luz que se encuentra en el lugar, que modifica su color debido a los rayos UV.

En la *Tabla 2* se observa el resultado final respecto al color del vino, calculado a partir de las coordenadas CIELAB. Empleando la calculadora de color CIELAB online <http://www.workwithcolor.com/color-converter-01.htm?cp=4D353A&ch=348-18-25&cb=4D353A>.

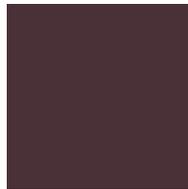
PARAMETRO	COLOR
Tratamiento	
Replica	

Tabla 2. Color final del vino. Elaborado por WorkWithColor.com. [26]

Gráfico de Interacciones

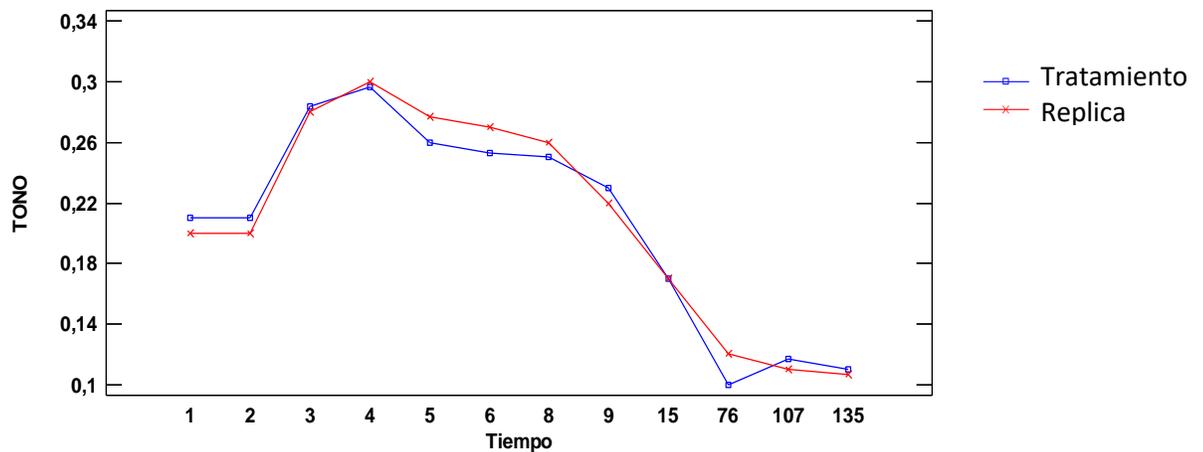


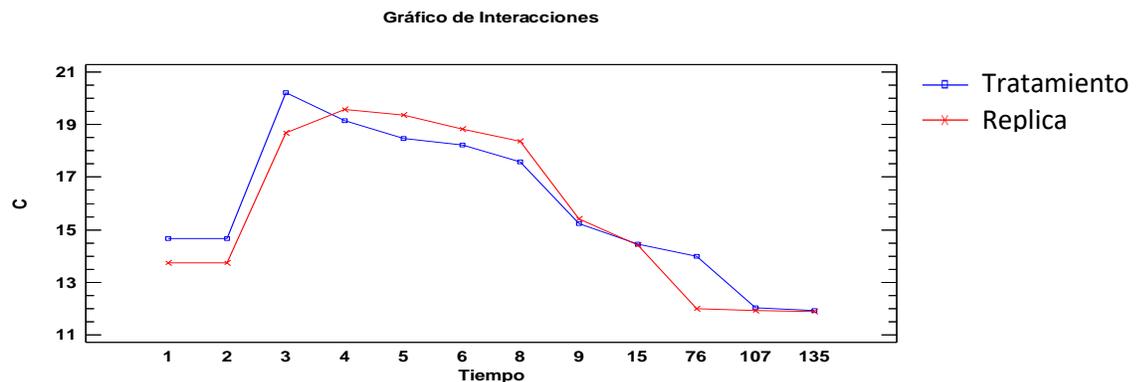
Figura 5. Interacciones de Tono

Al observar el comportamiento del tono ( $H^*$ ) (Figura 5), durante el proceso de fermentación (día 1-15) es estable durante los días 1-2, y posteriormente aumenta su valor entre los días 2-3 con diferencias significativas, (Anexo A-2, sección h) debido a la alta concentración de antocianos y elagitaninos, provocado por el proceso de difusión, ya que los tanques de fermentación se homogenizaron hasta el día 5. Después del día 4 hasta finalizar el proceso de fermentación (día 15) presenta un descenso con diferencias significativas, donde disminuye la concentración de las antocianinas libres debido a las reacciones del proceso de la fermentación, iniciando la estabilidad física [27] [28].

La estabilización del color en el vino de mora se inició durante el proceso de clarificación, antes de pasar el mosto a la barrica. Debido a que se agregó un agente clarificante, para este caso fue gelatina sin sabor, lo que permitió la adsorción o disminución de la concentración de los antocianos y otros compuestos colorantes, debido a que algunos compuestos se adhieren a la levadura o a la parte sólida del mosto y se precipita [27].

La estabilidad del color se mejoró realizando nuevamente un proceso de filtración, pasando el mosto a través de un lienzo, permitiendo una mejor filtración y retención de partículas pequeñas que no pudieron ser retenidas durante el primer filtrado.

Durante el proceso de maduración en barrica (día 15-76) disminuyó el tono, con diferencias significativas (Anexo A-2, sección h), ocurriendo lo mismo también durante el proceso de envejecimiento en botella (día 76-135), debido a que se encuentra menor cantidad de antocianos libres, los cuales forman pigmentos más estables.



**Figura 6.** Interacciones de Croma.

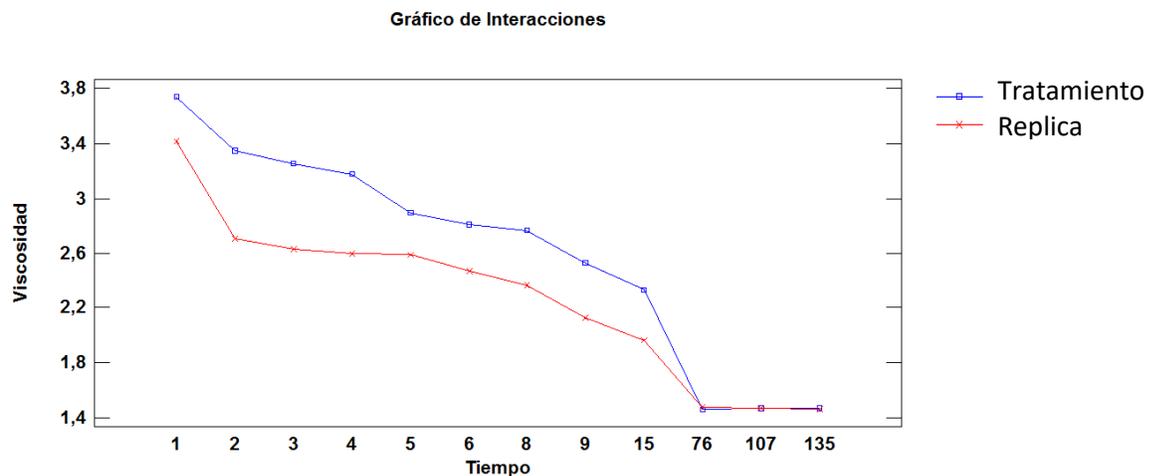
La coordenada cilíndrica croma ( $C^*$ ), se calculó respecto a la ecuación (2), obteniendo los resultados que se muestran en la *figura 6*.

El proceso de fermentación (día 1-15), fue estable durante los días 1-2, aumentando su valor en los días 2-3 con diferencias significativas (Anexo A-2, sección g), descendiendo hasta terminar el proceso de fermentación, día 15, con diferencias significativas, (Anexo A-2, sección g), debido a que durante los primeros días de la fermentación alcohólica, inicio la descomposición de los aminoácidos para formar las proteínas y la descomposición de azúcares para generar alcohol, disminuyendo la concentración de los antocianos, ya que estos debido a la hidrólisis se fijaron con las proteínas precipitándose posteriormente [27].

En el proceso llevado a cabo en barrica(día 15-76), presento un descenso con diferencias significativas, debido al proceso de oxidación que ocurrió con los polifenoles.

El vino ya en la botella para el proceso de envejecimiento (107-135), no presento diferencias significativas, debido a que los rayos UV no afectaron esta característica debido al colorámbor de la botella, y a la estabilidad alcanzada en esta parte del proceso, ya que la mayor parte de los antocianos reaccionaron en la fermentación [23] [27].

## - Viscosidad



**Figura 7.**Interacciones de Viscosidad

El comportamiento de la viscosidad durante el proceso se observa en la *Figura 6*, donde durante el proceso de fermentación (día 1-15), presento un descenso con diferencias significativas, (Anexo A-2, sección i) favoreciendo la viscosidad del vino, debido a que disminuye la cantidad de levaduras en suspensión, bacterias, células procedentes de la mora y partículas coloidales; las cuales iniciaron a precipitarse después de suspender el sistema de homogenización.

Para el proceso de maduración en barrica (15-76), tuvo un descenso importante con diferencias significativas, (Anexo A-2, sección i), porque antes de iniciar este proceso se realizó clarificación y filtrado, permitiendo separar los componentes, antes nombrados, obteniendo una fluidez parecida a la del agua que es de 1 cp, obteniendo un buen resultado [28] [29]. Este proceso mejoró la limpidez del vino y su viscosidad, debido a que los sólidos en suspensión y partículas colorantes que pasaron el proceso de clarificación, filtración y el mosto al estar sin movimiento, en un estado estacionario, facilitó la sedimentación, formando moléculas más gruesas, pasando del estado soluble al insoluble, terminando por precipitarse [15].

El proceso de envejecimiento en botella color ámbar (día 76-135), se mantuvo estable, sin diferencias significativas (Anexo A-2, sección i), debido a que se realizó un buen proceso de clarificación y filtrado; además, al terminar el proceso de maduración en barrica se precipitaron las partículas en suspensión que aún se encontraban en el vino [29].

#### - Sólidos solubles (°Brix)

La temperatura a la que se desarrolló el proceso de fermentación de los mostos de mora fue entre 24°C – 26°C, las cuales fueron condiciones ideales para el consumo de azúcar y su transformación en alcohol por parte de las levaduras [15].

La caracterización inicial de los mostos en cuanto a °Brix, fue de 7,2°brix; por lo cual, se realizó el proceso de chaptalización o corrección del azúcar antes del proceso de fermentación, utilizando azúcar comercial y así favorecer de alcohol [15].

En la *Figura 8*, se observa el comportamiento de los sólidos solubles durante el proceso, presentando diferencias estadísticamente significativas (Anexo A-2, sección c) durante la etapa de fermentación (día 1-15), siendo hasta el día 5 el tiempo hasta donde presento cambios significativos, debido que para ese tiempo los azúcares presentes en el mosto fueron consumidos por las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* var *bayanus*, transformándolas en alcohol. Las levaduras tuvieron un periodo de latencia muy corto y una velocidad alta en la transformación de azúcares en alcoholes [14]. Hay que mencionar que el proceso de homogenización ayudo a que el trabajo por parte de la levadura fuera mejor, estabilizándose los sólidos solubles una vez suspendió el sistema de homogenización [14] [15]. Además, su estabilidad durante el proceso de fermentación puede atribuirse a que no hubo cambios drásticos en la temperatura [15].

Ya durante el proceso en barrica y envejecimiento en botella, los sólidos solubles continuaron estables, ya que no había azúcares fermentables, el proceso de clarificación y filtración contribuyó en la separación de levaduras [14].

Gráfico de Interacciones

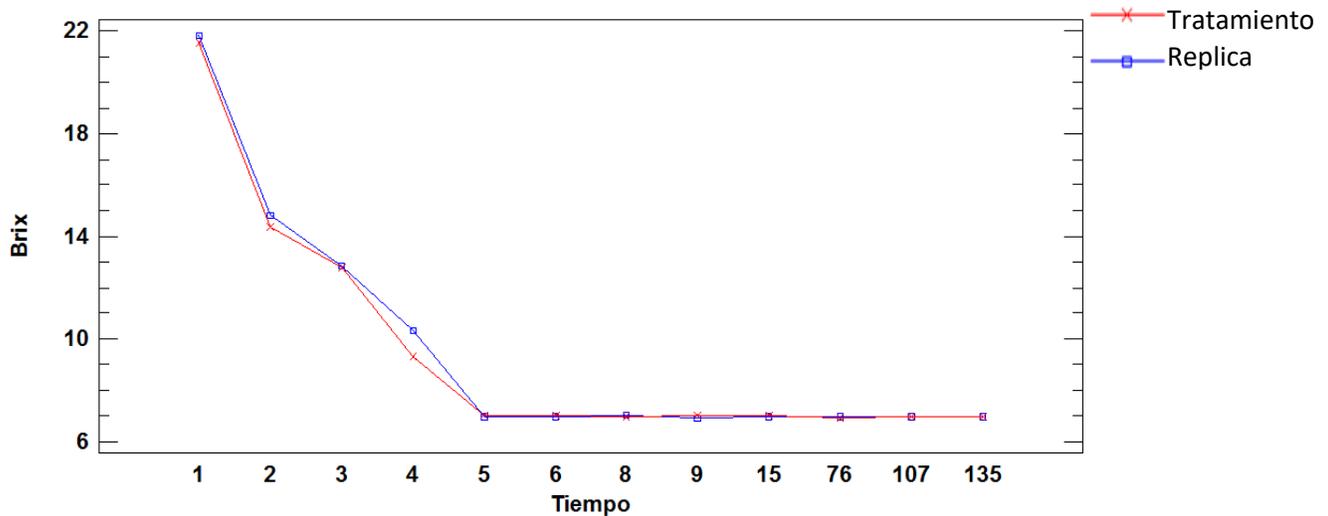


Figura 8. Interacciones de sólidos solubles

- Acidez titulable

Gráfico de Interacciones

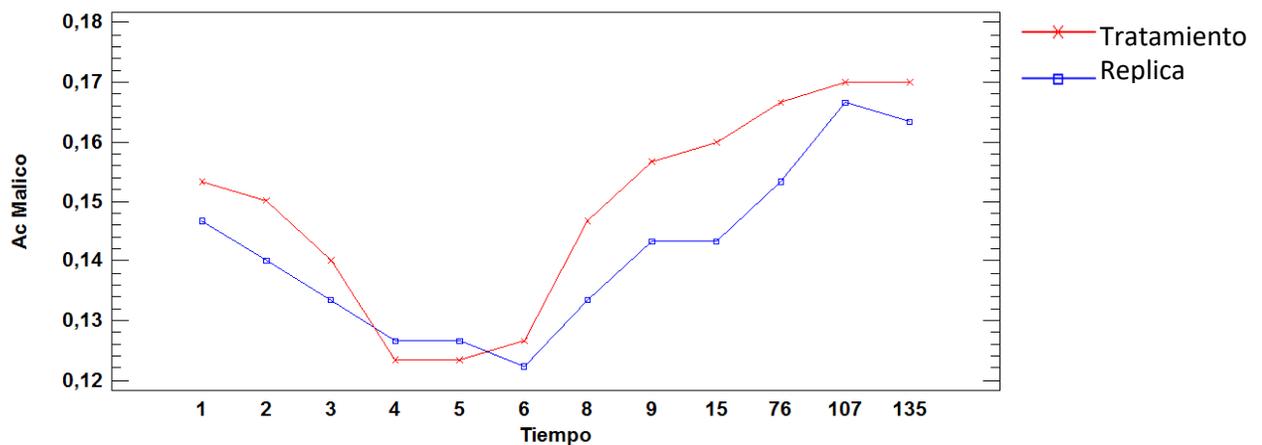


Figura 9. Interacciones de acidez expresada en % de ácido málico

La acidez titulable en el vino de mora se determinó en función del ácido málico, ya que es el ácido que predomina en la mora [30].

Durante el proceso de fermentación (día 1-15), descendió hasta el día 4, con diferencias significativas. Durante los días 4-5 se mantuvo estable, ascendiendo posteriormente hasta terminar el proceso de maduración en barrica y en botella, con diferencias significativas (Anexo A-2, sección b);

esto debido a los procesos metabólicos durante todos los procesos, los cuales producen diversos ácidos orgánicos, como por ejemplo el ácido pirúvico, que desempeña un papel importante en diversos procesos bioquímicos, especialmente metabólicos; los cuales son procesos secundarios al proceso de fermentación alcohólica, provocando un aumento de la acidez y un descenso en el pH, lo cual ocurre después de suspender la homogenización en los tanques de fermentación (día 5) [31].

Para el proceso en barrica (día 15-76) y envejecimiento en botella (día 76-135), aumento su valor con diferencias significativas, (Anexo A-2, sección b), ya que durante el proceso las bacterias presentes probablemente realizaron la fermentación malo-láctica, en la que se transforma el ácido málico en ácido láctico, produciendo etanol y gas carbónico [31].

#### **- Potencial de hidrogeno (pH)**

El pH es una medida del equilibrio de la concentración del ion hidrogeno, la cual se ve afectada a medida que se neutralizan los ácidos de la solución, en este caso el vino de mora [32].

En la *Figura 10*, se observan los resultados obtenidos durante el proceso de elaboración del vino de mora.

Durante el proceso de fermentación (día 1-15), en donde los primeros días (día 1-5), incremento con diferencias significativas (Anexo A-2, sección a), a causa de los sólidos, componentes alcalinos como calcio, ácido ascórbico [32] extraídos de forma continua al estar en contacto el mosto con las levaduras, ayudados por el proceso de homogenización. En los días 5 hasta 15, presento un descenso con diferencia significativa en el día 6, y posterior a él lo hasta terminar el proceso sin diferencias significativas, mejorando la estabilidad microbiana del vino, debido a que las levaduras ya han cumplido el ciclo de fermentación, disminuyendo los procesos metabólicos neutralizando los ácidos presentes, logrando que estén dentro de los rangos permitidos [25].

En el proceso de maduración en barrica (día 15-76), presento un leve aumento, sin diferencias significativas, alcanzando posteriormente a través del proceso de oxidación por la porosidad de la madera [25].

El envejecimiento en botella (día 76-135), presento una variación sin diferencia significativa debido a que en el vino de moraya se habían neutralizado los ácidos presentes por el proceso oxidativo y al estar en la botella y no entrar en contacto con el oxígeno, permitió que las variaciones de pH fueran mínimas [25].

Gráfico de Interacciones

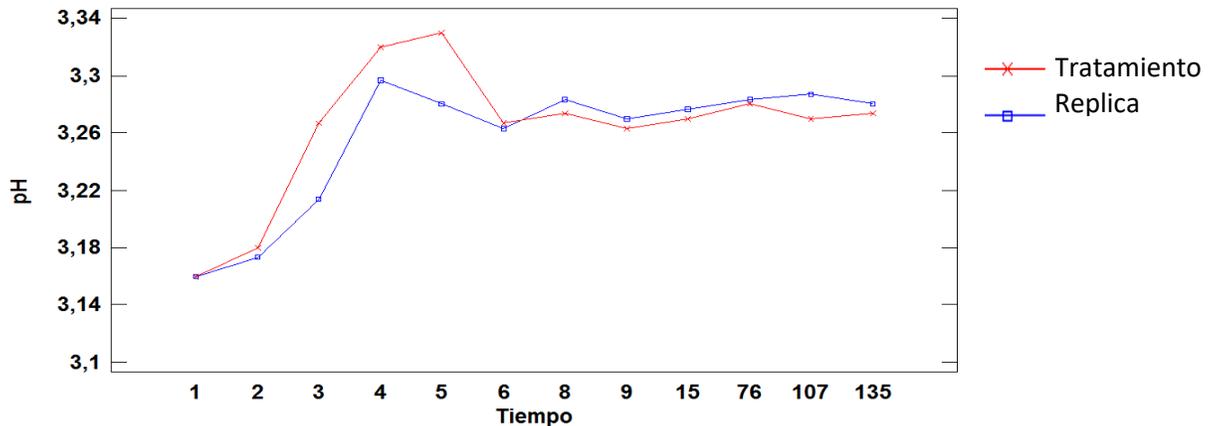


Figura10. Interacciones de pH.

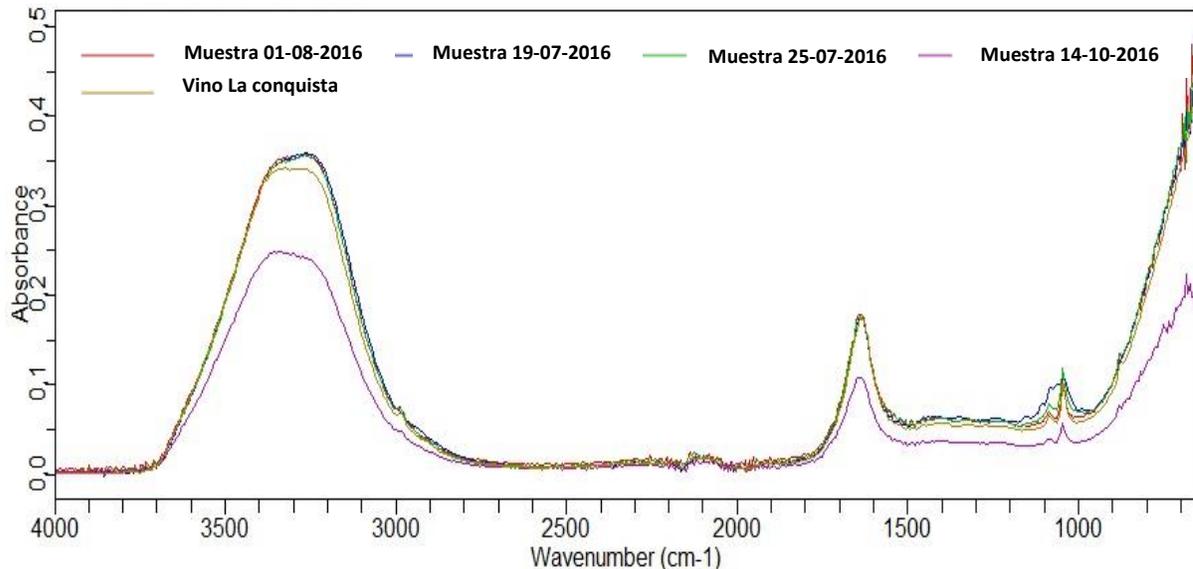
#### -Determinación de alcohol

El vino demora después del proceso propuesto presentó un valor de 9.5%, determinado a partir de la ecuación 4 y ecuación 5; mostrando que la chaptalización favoreció el crecimiento de *S. Cerevisiae* var. *Bayanus* y así, la producción de alcohol.

#### - Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier - FTIR

Se realizó el análisis de FTIR, obteniendo resultados como los observados en la *Figura 11*, obteniendo espectros dentro de los rangos de  $4000-650 \text{ cm}^{-1}$ . Dentro del espectro se identificaron 3 zonas importantes de absorción,  $3700-2800 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1800-1470 \text{ cm}^{-1}$  y  $1500-900 \text{ cm}^{-1}$  [33] [34]. Los espectros de absorción entre los  $3700-2800 \text{ cm}^{-1}$  y  $1800-1470 \text{ cm}^{-1}$  corresponde a compuesto de agua-etanol y agua respectivamente. En el espectro  $1500-900 \text{ cm}^{-1}$  se asocia a la región de absorción de los componentes de azúcares y ácidos orgánicos, como la presencia de sacarosa, disacárido compuesto de glucosa y fructosa, ( $\alpha$ -glucopiranososa y  $\beta$ -fructofuranosa), no reductora, debido a que se encuentran unidos entre sí mediante un enlace O-glucosídico. En la *figura 11*, se puede observar como la  $\beta$ -fructofuranosa, disminuyo la concentración respecto a  $\alpha$ -glucopiranososa, ya que la  $\beta$ -fructofuranosa, siendo un azúcar simple es metabolizada primeramente por las levaduras. Mediante esta técnica se puede observar como disminuye la concentración de los azúcares, proceso normal durante la elaboración de vino de fruta [34] [35].

Se encuentra también la presencia de ácidos orgánicos como málico, en donde se aprecia la correlación entre el aumento del ° brix, y la disminución de ácido málico. Esto se puede observar en los espectros 1150-1300cm<sup>-1</sup> correspondiente a la absorbancia del ácido málico [35].



**Figura 11.** Espectro del análisis FTIR a través del tiempo.

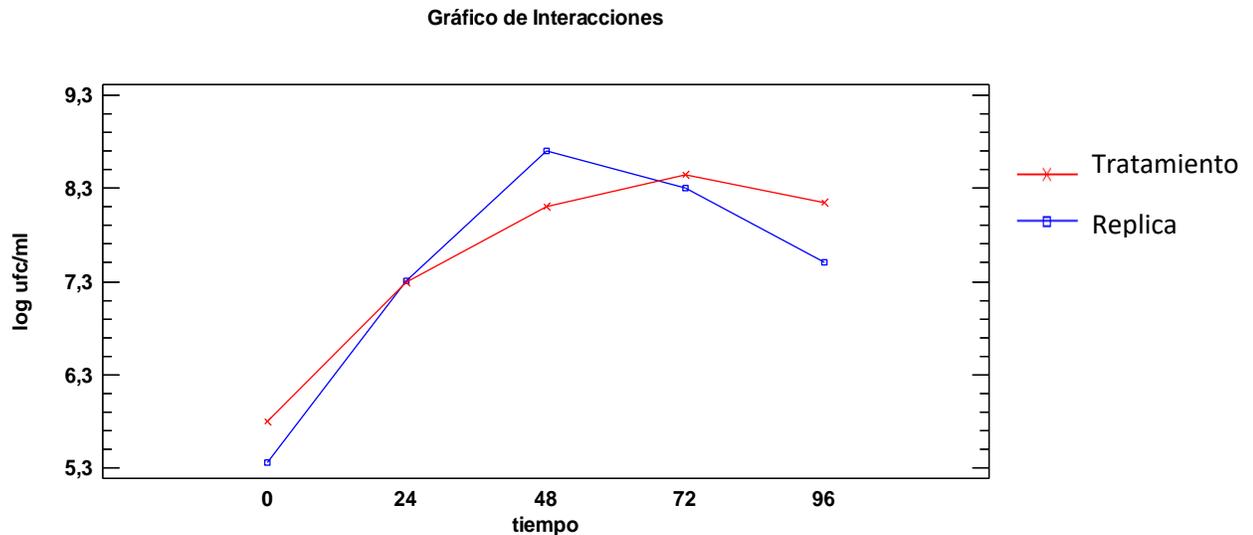
### 5.2.2 Evaluación microbiológica

En la *Figura 12*, se observa el comportamiento de las levaduras durante el proceso de fermentación. En este proceso no se aprecia la fase de latencia o adaptación, se observa como inicia el periodo de reproducción y crecimiento con una población cercana a 10<sup>5</sup>ufc/ml, denominado fase exponencial (0-48 horas, replica y 0-72 horas, tratamiento), con diferencias significativas debido a que las levaduras encuentran las condiciones ideales para multiplicarse alcanzado un orden próximo a 10<sup>8</sup>ufc/ml, posteriormente, se identifica la fase de muerte debido a que la producción de etanol afecta el crecimiento de las levaduras[32]. El crecimiento de las levaduras en las primeras 48 horas muestra que *Saccharomyces Cerevisiae* var *Bayanus* encontró en el mosto de mora condiciones nutricionales óptimas para su proliferación. Además, cabe resaltar que esta especie es recomendada por el fabricante para la producción de vinos tintos de uva, y por los resultados del presente estudio, se sugiere el uso de esta cepa en la elaboración de vinos a partir de mora variedad castilla.

Al aumentar la presencia del alcohol y la actividad de las levaduras disminuye, estas no soportan el alcohol, por lo cual no les permite asimilar de la misma manera las sustancias nitrogenadas, afectando su reproducción y desempeño, deteniendo el proceso de fermentación [15].

La temperatura promedio durante el proceso fue de 24°C, la cual está dentro del rango en la cual las levaduras tienen un mejor desempeño [15].

La fase de muerte inicia de las 48-96 horas, replica y 72-96 horas, tratamiento, sin diferencias significativas, debido a que las levaduras ya no cuentan con reserva de energía y el mosto no cuenta con las condiciones apropiadas para su desarrollo [32].



**Figura 12.** Interacciones de unidades formadoras de colonias.

### 5.3 PROCESO DE FERMENTACION ALCOHOLICA

El tiempo establecido para el proceso de fermentación fue de 15 días., sin embargo, a los 5 días ya se habían estabilizado los sólidos solubles en ambos tanques. (Figura 8), debido a que las levaduras transformaron en ese tiempo la mayor cantidad de azúcares asimilables en alcohol. Ciertamente, el remontado favoreció la actividad metabólica de las levaduras.

El proceso de fermentación afecta los compuestos fenólicos como taninos, antocianos, elagitaninos modificando las características organolépticas. Debido a que se genera esteres neutros por parte de levaduras y bacterias, generando los aromas y fragancia propia del vino [39] [15].

El proceso de latencia llega cuando las levaduras llegan a un periodo de agotamiento, disminuyendo su presencia (Grafica 12), ocasionado por el trabajo en transformar la sacarosa asimilable en alcohol, obteniendo así el mayor grado de alcohol posible.

#### 5.4 PROCESO DE CLARIFICACION

La adición de gelatina sin sabor al producto fermentado y el filtrado con lienzo favoreció la coagulación y posterior a la sedimentación de levaduras, bacterias, células procedentes de la fruta y demás partículas amorfas y coloidales, permitiendo obtener un producto limpio y sin sedimentos [15][39]. De acuerdo a Clarke, O[39].La clarificación mejora en este tipo de producto debido a que precipita los elementos que pueden ocasionar astringencia, amargor, turbidez y oxidación [15].

#### 5.5 PROCESO DE MADURACIÓN EN BARRICA

El proceso de maduración en barrica se realizó durante dos meses, modificando su composición, y proporcionando nuevas características. El color inicial a este proceso pierde su vivacidad, pasa de un rojo intenso a uno menor, lo cual se detalló al analizar las coordenadas CIELab en la sección 5.2.1 donde se aprecia disminución en los valores de  $L^*$ ,  $a$ ,  $b^*$ ,  $C$  y  $H$ ; el aroma del vino joven desaparece, apareciendo el bouquet propio del proceso de maduración en barril, siendo el sabor más intenso, fino, agradable, de buen aroma; debido a que el mosto alojado en el barril reacciona con los polifenoles, taninos y compuestos volátiles presentes en la madera del barril [15].

En la barrica el color del vino cambia debido a que el producto estuvo en contacto limitado con el aire, ya que la madera no aísla completamente al vino del oxígeno, fenómeno conocido como oxidación, el cual modifica el color del vino[15].

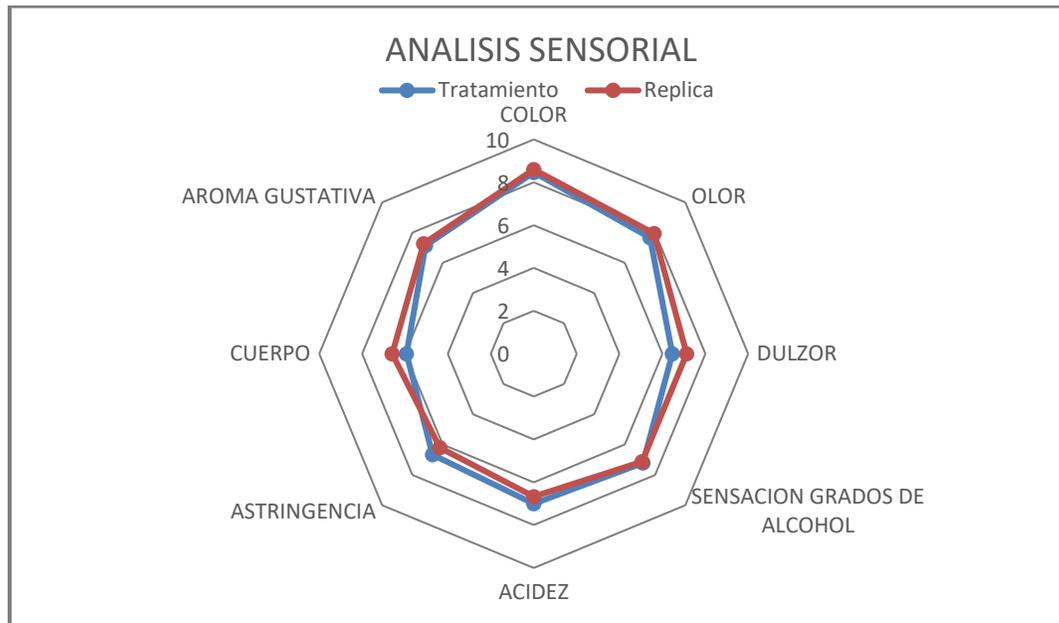
Cuando termina el proceso de maduración en barrica y se está realizando el proceso de embotellado, mejora la limpidez del vino y su viscosidad, lo cual se evidenció en la disminución de la viscosidad al finalizar el proceso(ver *grafica 7*). Al final del proceso de embotellado se apreció un pozo en la barrica, lo cual puede atribuirse a moléculas colorantes que pasan del estado soluble al coloidal, terminando en estado insoluble y precipitándose, así como lo menciona Aleixandre J.L. [15].

#### 5.6 PROCESO DE ENVEJECIMIENTO EN BOTELLA Y ALMACENAMIENTO

Este proceso fue implementado debido a que, según Clarke O., mejora la estabilidad de diferentes parámetros. Al no estar en contacto con el oxígeno, se da la reacción de los componentes del vino mediante procesos bioquímicos, en especial los compuestos fenólicos (taninos), responsables de la longevidad del vino. Además, el aroma y el bouquet del vino mejoran, ya que su desarrollo depende principalmente de la cantidad de polifenoles, como los esterres, los cuales se desarrollan por la acción de los ácidos sobre los alcoholes, siendo una reacción lenta y limitada, donde se forman ácidos volátiles (tartrato de etilo, succinato de dietilo), los cuales se perciben después de varios años, alcanzando su límite al cabo de 50 años[39].

## 5.7 ANALISIS SENSORIAL

En la *Figura 13*, se muestran los resultados obtenidos del proceso de maridaje.



**Figura 13.** Diagrama radial del análisis sensorial.

La característica mejor valorada por los catadores fue el color, con un valor de 9, donde se pudo evidenciar que los pigmentos que da el color a la mora pasaron al vino, mejorando durante los procesos de clarificación, maduración en barrica y conservándose lo mejor posible durante el proceso en botella.

El olor fue la segunda característica mejor valorada por los catadores, con un valor de 8. Las demás características estuvieron dentro del rango de aceptabilidad y no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento y la réplica (Anexo A-4).

Sin embargo, se ve el efecto de no haber transportado el mosto apenas terminó el proceso de fermentación alcohólica (primeros cinco días) al barril para el proceso de maduración, ya que las levaduras que estaban presentes en el mosto, al no tener actividad empezaron el proceso de degradación aumentando la acidez, parámetro que afectó la astringencia, el dulzor y el cuerpo del vino [39].

Para el proceso de maridaje se observa en la *Figura 14* que el mejor producto para acompañar el vino es la cereza y el jamón. El tratamiento y la réplica no presentaron diferencias significativas (Anexo A-5).

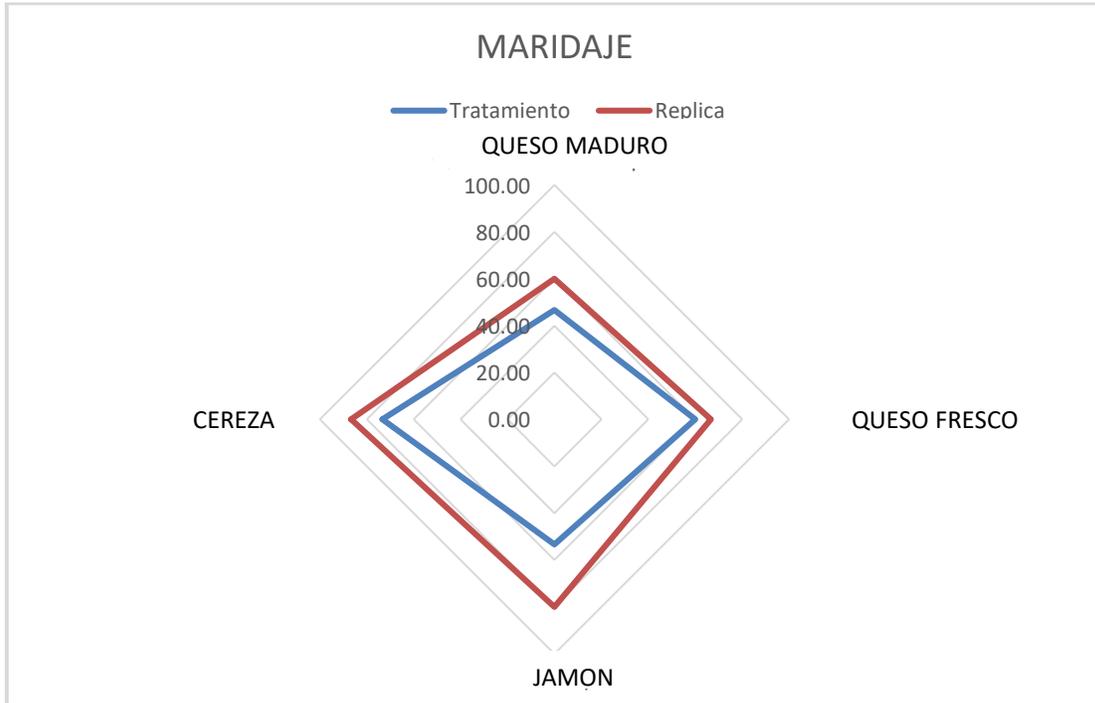


Figura 14. Grafica radial del proceso de maridaje.

## 6. CONCLUSIONES

- A partir de la presente investigación se demuestra que es posible obtener una bebida fermentada a partir del mosto de mora de castilla, empleando la cepa *Saccharomyces Cerevisiae* Var. *Bayanus*. Las características de color, olor, sabor del producto final dependerán del grado de madurez de la fruta, el proceso de extracción, el inóculo empleado, el tiempo de fermentación, la clarificación y maduración en barril y botella.
- El diseño y construcción del equipo EXZUM favoreció el estrujado de la mora permitiendo obtener un zumo tinto. Además, el sistema de homogenización en los tanques de fermentación mediante electrobombas favoreció el proceso de fermentación. El proceso de maduración en barrica y botella permitió estandarizar los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de la bebida alcohólica de mora. Finalmente, los procesos implementados en la elaboración de la bebida permitieron obtener un producto con buen aroma y color, según la puntuación otorgada por los jueces.
- La caracterización físico-química y microbiológica realizada durante el proceso de fermentación permitió determinar algunas relaciones entre variables, ya que la el crecimiento de *Saccharomyces Cerevisiae* Var *Bayanus* está influenciado por la presencia de los azúcares fermentables y el alcohol generado.
- Se obtuvo un vino tinto seco con un pH=3,26; %Acido málico= 0,17, °Brix=6,93; %Alcohol=9,5; Tono=0,11; Cromo=11,90; Viscosidad=1,46; recomendado para maridar con jamón y queso.

## 7. RECOMENDACIONES

Con el fin de mejorar las características gustativas del producto, se propone evaluar el proceso de fermentación con diferente cantidad de inóculo de *Saccharomyces Cerevisiae* Var *Bayanus* ó evaluar otras cepas de levaduras.

Se sugiere incorporar la fermentación malo láctica al proceso planteado, mediante la caracterización de los parámetros físico-químicos y microbiológicos.

Es conveniente caracterizar los compuestos fenólicos generados en la fermentación y maduración mediante técnicas más avanzadas; y así conocer su relación con las características sensoriales.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Anuario estadístico agropecuario año 2012.
- [2] Cadena, J. I. d. I., & Orellana, A. (1985). El cultivo de la mora. Manual para el capacitador (Vol. 1).
- [3] Bernal Estrada, J. A., & Franco, G. (2008). Agronomía del cultivo de la mora de castilla. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA.
- [4] Cueva-Cañarte, M. B. (2010). Efecto de la radiación uv-c sobre el tiempo de vida útil de mora (*Rubusglaucusbenth*). Ingeniera de alimentos, Universidad Tecnológica Equinoccial Quito - Ecuador.
- [5] Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA (1998). El cultivo de la mora, Principios agroecológicos para su manejo. Rionegro, Antioquia.
- [6] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica (2008). Tecnología para la producción de frutales de clima frío moderado, manual técnico. Recuperado en febrero de 2014 de [www.corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/55401/55402.pdf](http://www.corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/55401/55402.pdf).
- [7] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Incontec). NTC 708; Bebidas Alcohólicas; vinos de frutas.
- [8] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Incontec). NTC 222. Bebidas Alcohólicas Definiciones Generales.
- [9] Di Napoli Antonio. (2013). In *Vino Veritas*. Metodología de como conocer un buen vino.
- [10] Mendoza, J. H. (2010). Uso de la Tecnología de Membranas en la Clarificación de Vinos. Cali, Colombia: Universidad del Valle
- [11] Puerta, A. (2000). Elaboración de Vino. Lima: ITDG.
- [12] NTC4106
- [13] Kolb, E. (2002). Vinos de Frutas, Elaboración Artesanal e Industrial. España: Acribia S.A.
- [14] Córdova, I. V. (2010). Comparación del comportamiento fermentativo de levadura de panificación y levaduras vínicas (Uvaferm CM, Lalvin EC 1118, Lalvin QA23) y sus efectos sobre la calidad de vinos de mora (*RubusglaucusBenth* ). Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.

- [15] Aleixandre J.L. (2010). Manual de vinos y bebidas". Servicios de publicación de la UPV.
- [16] Valenzuela, B. C. (2008). Determinación de las condiciones de proceso para la elaboración de vino a base de uva carignane y miel de abeja. Sonora: Universidad de Sonora.
- [17] Muñoz M. Alberto (2004). Tipos de corcho. ¿Cuál quieres para tu vino? Comunicación licores Reyes
- [18] Santos-Buelga C., de Freitas V. (2003): Influence of phenolicsonwineorganolepticproperties.
- [19] Cheynier V., Moutounet M., Sarni-Manchado P. (2000): Los compuestos fenólicos. En: C. Flanzy (ed.). Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. Madrid: Mundiprensa.
- [20] Zoecklein, B. W., Fugelsang, K. C., Gump, B. H., &Nury, F. S. (2000). Análisis y Producción de Vino. Zaragoza: Acribia.
- [21] Cabezas, M. D. (2008). Evaluación Nutritiva y Nutraceutica de la Mora de Castilla (*RubusGlaucus*) deshidratada a tres temperaturas por el método de Secado en Bandejas. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- [22] Peleg H., Gacon K., Schlich P., Noble A.C.: Bitterness and astringency of flavan-3-ol monomers, dimers and trimers. J SciFoodAgric 1999.
- [23] Heredia, F. J.; Álvarez, C.; González-Miret, M. L. y Ramírez,A. (2004)ChromaLab®, análisis de color. Registro general de la propiedadintelectual.SE-1052-04.Sevilla, España.
- [24]Mertz, C. Cheynier, V.Gunata, Z. Brat, P. (2007) "Analysis of PhenolicCompounds in twoBlackberryspecies (*Rubusglaucus* and *Rubusadenotrichus*) by High performance LiquidChromatographywithDiodeArrayDetection and Electrospray Ion TrapMassSpectrometry", J Agric. -FoodChem.
- [25] Measuring color using Hunter L, a, b versus CIE 1976 L\*a\*b\* (2012)
- [26] Color Converter - RGB to HEX and more." Accessed February 22, 2017. <http://www.workwithcolor.com/color-converter-01.htm?cp=4D353A&ch=348-18-25&cb=4D353A>

- [27] OLIVERO, Rafael. (2006). "Optimización del proceso de clarificación en la elaboración de vino de naranja criolla (*Citrus sinensis*)". Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de Maestro en ciencias y tecnología de alimentos. Puerto Rico.
- [28] Catalogo LALLEMAND, (2009). Madrid España
- [29] Cáceres, H. (2003). Estudio preliminar del efecto de la microfiltración tangencial sobre la capacidad antioxidante en jugos de fruta clarificados., Escuela Agrícola Panamericana.
- [30] Yanyun, Zhao. (2007), Berry fruit, Taylor Francis Group, New York.
- [31] Arozarena, Iñigo.(2007). Seminario Internacional – Tecnología para la elaboración de vinos de frutas. Escuela Técnica Superior Ingenieros Agrónomos Universidad pública de Navarra.
- [32] Boulton, R. (2002). Teoría y práctica de la elaboración del vino. Editorial Acribia, Zaragoza – España
- [33] Tarantilis, P. A., Troianou, V. E., Pappas, C. S., Kotseridis, Y. S., & Polissiou, M. G.(2008). Differentiation of Greek red wines on the basis of grape variety using attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy. Food Chemistry.
- [34] Zapico S. Sergio. (2013). Determinación Simultánea de mono y disacáridos en zumos de frutas mediante técnica espectroscópicas. Master en Ciencias Analíticas y Bio-analíticas. Universidad de Oviedo. Oviedo, España.
- [35] Sylvie Bureau, David Ruiz, Maryse Reich, Barbara Gouble, Dominique Bertrand, Jean-Marc Audergon, Catherine M.G.C. Renard. (2008). Application of ATR-FTIR for a rapid and simultaneous determination of sugars and organic acids in apricot fruit. Avigno, Montfave, Nantes-France.
- [36] Mijares, Maria y GARCIA-Pelayo. (2000). El vino de la cepa a la copa. Tercera edición. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid- España.
- [37] Hidalgo, José. (2003). Tratado de enología. Tomo II. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España.
- [38] Murno, H. (2010). Las levaduras. Madrid.
- [39] Clarke, O. (2001). Introducción al Vino. Barcelona: NATURART, S.A.

# Anexos

### ANEXO A-1

FECHA	PH Tratamiento	PH Replica	ACIDEZ (ml NaOH) Tratamiento	ACIDEZ (ml NaOH) Replica	% ACIDO MALICO Tratamiento	% ACIDO MALICO Replica	°BX Tratamiento	°BX Replica
18-jul-16	3,16	3,16	2,23	2,35	0,15	0,16	21,83	21,53
19-jul-16	3,17	3,18	2,15	2,28	0,14	0,15	14,80	14,37
20-jul-16	3,21	3,27	2,03	2,14	0,14	0,14	12,83	12,80
21-jul-16	3,30	3,32	1,93	1,98	0,13	0,13	10,30	9,30
22-jul-16	3,31	3,33	1,90	1,90	0,13	0,13	6,93	7,00
23-jul-16	3,26	3,27	1,90	1,93	0,13	0,13	6,97	7,03
25-jul-16	3,28	3,27	2,03	2,23	0,14	0,15	7,00	6,93
26-jul-16	3,27	3,26	2,20	2,43	0,15	0,16	6,90	7,00
01-ago-16*	3,28	3,27	2,27	2,47	0,15	0,17	6,93	7,00
02-oct-16	3,28	3,28	2,37	2,50	0,16	0,17	6,93	6,90
02-nov-16**	3,29	3,27	2,53	2,56	0,17	0,17	6,93	6,93
30-nov-16	3,26	3,27	2,52	2,56	0,17	0,17	6,93	6,97

### Datos obtenidos durante el proceso de elaboración del vino de mora

\*Inicio proceso de maduración en barrica

\*\* Inicio proceso de envejecimiento en botella

FECHA	COLORIMETRIA										VISCOSIDAD	
	a* Tratamiento	a* Replica	b* Tratamiento	b* Replica	L* Tratamiento	L* Replica	TONO Tratamiento	TONO Replica	CROMA Tratamiento	CROMA Replica	VISCOSIDAD (cp) Tratamiento	VISCOSIDAD (cp) Replica
18-jul-16											3,74	3,42
19-jul-16	14,80	13,46	3,03	2,69	25,96	26,07	0,21	0,20	14,66	13,73	3,35	2,71
20-jul-16	12,83	17,97	5,65	5,19	27,27	27,60	0,28	0,28	20,22	18,71	3,26	2,63
21-jul-16	10,30	18,70	5,60	5,77	27,75	28,12	0,30	0,30	19,14	19,57	3,18	2,60
22-jul-16	6,93	18,62	4,82	5,28	26,77	27,54	0,26	0,28	18,50	19,36	2,90	2,58
23-jul-16	6,97	18,14	4,56	5,01	27,62	27,55	0,25	0,27	18,22	18,82	2,81	2,47
25-jul-16	7,00	17,79	4,34	4,65	26,89	27,56	0,25	0,26	17,58	18,38	2,77	2,36
26-jul-16	6,90	15,03	3,42	3,36	25,67	26,78	0,23	0,22	15,25	15,40	2,53	2,12
01-ago-16*	6,93	14,20	2,41	2,42	25,38	24,77	0,17	0,17	14,46	14,41	2,33	1,97
02-oct-16	6,93	11,90	1,42	1,41	24,72	24,72	0,10	0,12	13,98	11,99	1,46	1,47
02-nov-16**	6,93	11,83	1,37	1,35	24,55	24,53	0,11	0,11	12,02	11,91	1,47	1,46
30-nov-16	6,93	11,80	1,28	1,23	24,38	24,34	0,11	0,10	11,90	11,86	1,46	1,46

**Datos obtenidos durante el proceso de elaboración del vino de mora**

\*Inicio proceso de maduración en barrica

\*\* Inicio proceso de envejecimiento en botella

## ANEXO A-2

### Análisis estadístico por el software StatgraphicsCenturion XVI.I

#### a. Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Tiempo

Método: 95,0 porcentaje LSD

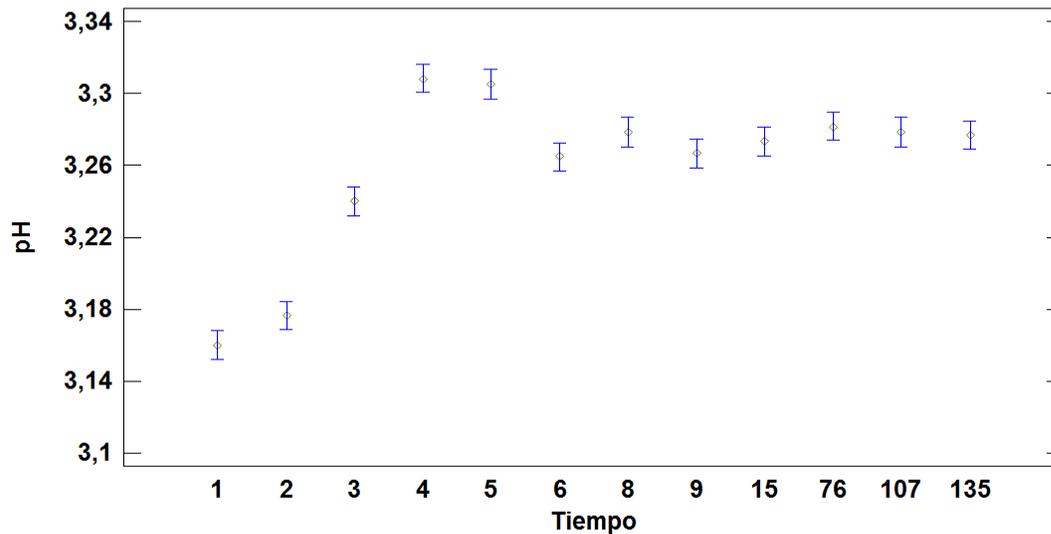
Tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	6	3,16	0,00554861	X
2	6	3,17667	0,00554861	X
3	6	3,24	0,00554861	X
6	6	3,265	0,00554861	X
9	6	3,26667	0,00554861	XX
15	6	3,27333	0,00554861	XX
135	6	3,27667	0,00554861	XX
8	6	3,27833	0,00554861	XX
107	6	3,27833	0,00554861	XX
76	6	3,28167	0,00554861	X
5	6	3,305	0,00554861	X
4	6	3,30833	0,00554861	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-0,0166667	0,0157773
1 - 3	*	-0,08	0,0157773
1 - 4	*	-0,148333	0,0157773
1 - 5	*	-0,145	0,0157773
1 - 6	*	-0,105	0,0157773
1 - 8	*	-0,118333	0,0157773
1 - 9	*	-0,106667	0,0157773
1 - 15	*	-0,113333	0,0157773
1 - 76	*	-0,121667	0,0157773
1 - 107	*	-0,118333	0,0157773
1 - 135	*	-0,116667	0,0157773
2 - 3	*	-0,0633333	0,0157773
2 - 4	*	-0,131667	0,0157773
2 - 5	*	-0,128333	0,0157773
2 - 6	*	-0,0883333	0,0157773
2 - 8	*	-0,101667	0,0157773
2 - 9	*	-0,09	0,0157773
2 - 15	*	-0,0966667	0,0157773
2 - 76	*	-0,105	0,0157773
2 - 107	*	-0,101667	0,0157773
2 - 135	*	-0,1	0,0157773
3 - 4	*	-0,0683333	0,0157773
3 - 5	*	-0,065	0,0157773
3 - 6	*	-0,025	0,0157773
3 - 8	*	-0,0383333	0,0157773

3 - 9	*	-0,0266667	0,0157773
3 - 15	*	-0,0333333	0,0157773
3 - 76	*	-0,0416667	0,0157773
3 - 107	*	-0,0383333	0,0157773
3 - 135	*	-0,0366667	0,0157773
4 - 5		0,00333333	0,0157773
4 - 6	*	0,0433333	0,0157773
4 - 8	*	0,03	0,0157773
4 - 9	*	0,0416667	0,0157773
4 - 15	*	0,035	0,0157773
4 - 76	*	0,0266667	0,0157773
4 - 107	*	0,03	0,0157773
4 - 135	*	0,0316667	0,0157773
5 - 6	*	0,04	0,0157773
5 - 8	*	0,0266667	0,0157773
5 - 9	*	0,0383333	0,0157773
5 - 15	*	0,0316667	0,0157773
5 - 76	*	0,0233333	0,0157773
5 - 107	*	0,0266667	0,0157773
5 - 135	*	0,0283333	0,0157773
6 - 8		-0,0133333	0,0157773
6 - 9		-0,00166667	0,0157773
6 - 15		-0,00833333	0,0157773
6 - 76	*	-0,0166667	0,0157773
6 - 107		-0,0133333	0,0157773
6 - 135		-0,0116667	0,0157773
8 - 9		0,0116667	0,0157773
8 - 15		0,005	0,0157773
8 - 76		-0,00333333	0,0157773
8 - 107		0	0,0157773
8 - 135		0,00166667	0,0157773
9 - 15		-0,00666667	0,0157773
9 - 76		-0,015	0,0157773
9 - 107		-0,0116667	0,0157773
9 - 135		-0,01	0,0157773
15 - 76		-0,00833333	0,0157773
15 - 107		-0,005	0,0157773
15 - 135		-0,00333333	0,0157773
76 - 107		0,00333333	0,0157773
76 - 135		0,005	0,0157773
107 - 135		0,00166667	0,0157773

\* indica una diferencia significativa.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**b. Pruebas de Múltiple Rangos para Ac Málico por Tiempo**

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
6	6	0,1245	0,00456664	X
4	6	0,125	0,00456664	X
5	6	0,125	0,00456664	X
3	6	0,136667	0,00456664	XX
8	6	0,14	0,00456664	XX
2	6	0,145	0,00456664	XX
9	6	0,15	0,00456664	XX
1	6	0,15	0,00456664	XX
15	6	0,151667	0,00456664	XX
76	6	0,16	0,00456664	XX
135	6	0,166667	0,00456664	X
107	6	0,168333	0,00456664	X

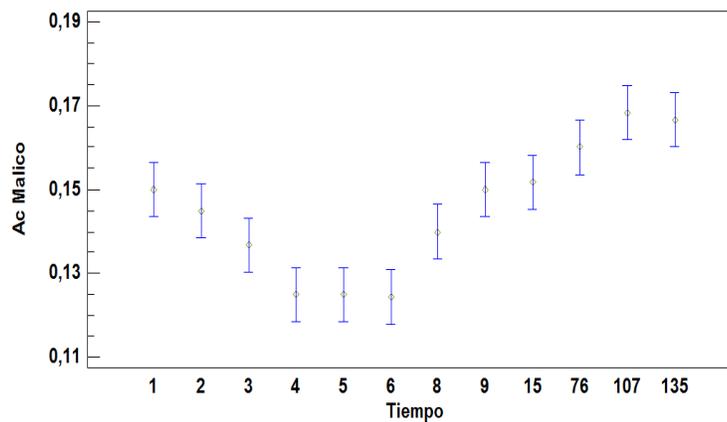
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0,005	0,0129851
1 - 3	*	0,0133333	0,0129851
1 - 4	*	0,025	0,0129851
1 - 5	*	0,025	0,0129851
1 - 6	*	0,0255	0,0129851
1 - 8		0,01	0,0129851
1 - 9		0	0,0129851

1 - 15		-0,00166667	0,0129851
1 - 76		-0,01	0,0129851
1 - 107	*	-0,01833333	0,0129851
1 - 135	*	-0,01666667	0,0129851
2 - 3		0,008333333	0,0129851
2 - 4	*	0,02	0,0129851
2 - 5	*	0,02	0,0129851
2 - 6	*	0,0205	0,0129851
2 - 8		0,005	0,0129851
2 - 9		-0,005	0,0129851
2 - 15		-0,00666667	0,0129851
2 - 76	*	-0,015	0,0129851
2 - 107	*	-0,02333333	0,0129851
2 - 135	*	-0,02166667	0,0129851
3 - 4		0,01166667	0,0129851
3 - 5		0,01166667	0,0129851
3 - 6		0,01216667	0,0129851
3 - 8		-0,003333333	0,0129851
3 - 9	*	-0,01333333	0,0129851
3 - 15	*	-0,015	0,0129851
3 - 76	*	-0,02333333	0,0129851
3 - 107	*	-0,03166667	0,0129851
3 - 135	*	-0,03	0,0129851
4 - 5		0	0,0129851
4 - 6		0,0005	0,0129851
4 - 8	*	-0,015	0,0129851
4 - 9	*	-0,025	0,0129851
4 - 15	*	-0,02666667	0,0129851
4 - 76	*	-0,035	0,0129851
4 - 107	*	-0,04333333	0,0129851
4 - 135	*	-0,04166667	0,0129851
5 - 6		0,0005	0,0129851
5 - 8	*	-0,015	0,0129851
5 - 9	*	-0,025	0,0129851
5 - 15	*	-0,02666667	0,0129851
5 - 76	*	-0,035	0,0129851
5 - 107	*	-0,04333333	0,0129851
5 - 135	*	-0,04166667	0,0129851
6 - 8	*	-0,0155	0,0129851
6 - 9	*	-0,0255	0,0129851
6 - 15	*	-0,02716667	0,0129851
6 - 76	*	-0,0355	0,0129851
6 - 107	*	-0,04383333	0,0129851
6 - 135	*	-0,04216667	0,0129851
8 - 9		-0,01	0,0129851
8 - 15		-0,01166667	0,0129851
8 - 76	*	-0,02	0,0129851
8 - 107	*	-0,02833333	0,0129851

8 - 135	*	-0,0266667	0,0129851
9 - 15		-0,00166667	0,0129851
9 - 76		-0,01	0,0129851
9 - 107	*	-0,0183333	0,0129851
9 - 135	*	-0,0166667	0,0129851
15 - 76		-0,00833333	0,0129851
15 - 107	*	-0,0166667	0,0129851
15 - 135	*	-0,015	0,0129851
76 - 107		-0,00833333	0,0129851
76 - 135		-0,00666667	0,0129851
107 - 135		0,00166667	0,0129851

\* indica una diferencia significativa.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



### c. Pruebas de Múltiple Rangos para Brix por Tiempo

Método: 95,0 porcentaje LSD

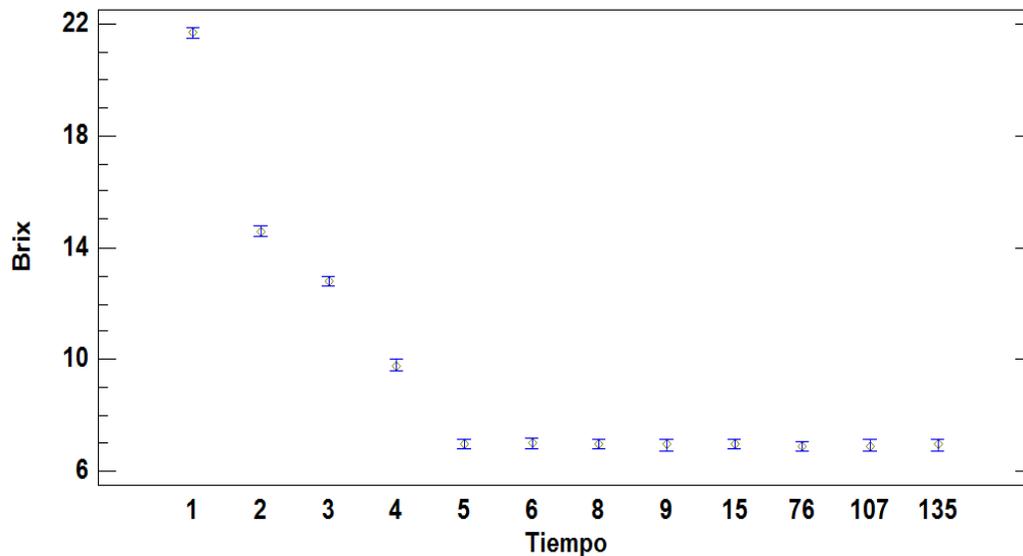
Tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
76	6	6,91667	0,129815	X
107	6	6,93333	0,129815	X
135	6	6,95	0,129815	X
9	6	6,95	0,129815	X
5	6	6,96667	0,129815	X
8	6	6,96667	0,129815	X
15	6	6,96667	0,129815	X
6	6	7,0	0,129815	X
4	6	9,8	0,129815	X
3	6	12,8167	0,129815	X
2	6	14,5833	0,129815	X
1	6	21,6833	0,129815	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	7,1	0,369124
1 - 3	*	8,86667	0,369124
1 - 4	*	11,8833	0,369124
1 - 5	*	14,7167	0,369124
1 - 6	*	14,6833	0,369124
1 - 8	*	14,7167	0,369124
1 - 9	*	14,7333	0,369124
1 - 15	*	14,7167	0,369124
1 - 76	*	14,7667	0,369124
1 - 107	*	14,75	0,369124
1 - 135	*	14,7333	0,369124
2 - 3	*	1,76667	0,369124
2 - 4	*	4,78333	0,369124
2 - 5	*	7,61667	0,369124
2 - 6	*	7,58333	0,369124
2 - 8	*	7,61667	0,369124
2 - 9	*	7,63333	0,369124
2 - 15	*	7,61667	0,369124
2 - 76	*	7,66667	0,369124
2 - 107	*	7,65	0,369124
2 - 135	*	7,63333	0,369124
3 - 4	*	3,01667	0,369124
3 - 5	*	5,85	0,369124
3 - 6	*	5,81667	0,369124
3 - 8	*	5,85	0,369124
3 - 9	*	5,86667	0,369124
3 - 15	*	5,85	0,369124
3 - 76	*	5,9	0,369124
3 - 107	*	5,88333	0,369124
3 - 135	*	5,86667	0,369124
4 - 5	*	2,83333	0,369124
4 - 6	*	2,8	0,369124
4 - 8	*	2,83333	0,369124
4 - 9	*	2,85	0,369124
4 - 15	*	2,83333	0,369124
4 - 76	*	2,88333	0,369124
4 - 107	*	2,86667	0,369124
4 - 135	*	2,85	0,369124
5 - 6		-0,0333333	0,369124
5 - 8		0	0,369124
5 - 9		0,0166667	0,369124
5 - 15		0	0,369124
5 - 76		0,05	0,369124
5 - 107		0,0333333	0,369124
5 - 135		0,0166667	0,369124
6 - 8		0,0333333	0,369124
6 - 9		0,05	0,369124

6 - 15		0,0333333	0,369124
6 - 76		0,0833333	0,369124
6 - 107		0,0666667	0,369124
6 - 135		0,05	0,369124
8 - 9		0,0166667	0,369124
8 - 15		0	0,369124
8 - 76		0,05	0,369124
8 - 107		0,0333333	0,369124
8 - 135		0,0166667	0,369124
9 - 15		-0,0166667	0,369124
9 - 76		0,0333333	0,369124
9 - 107		0,0166667	0,369124
9 - 135		0	0,369124
15 - 76		0,05	0,369124
15 - 107		0,0333333	0,369124
15 - 135		0,0166667	0,369124
76 - 107		-0,0166667	0,369124
76 - 135		-0,0333333	0,369124
107 - 135		-0,0166667	0,369124

\* indica una diferencia significativa.

#### Medias y 95,0% de Fisher LSD



Análisis de los parámetros de color coordenadas CIELAB

**d. Pruebas de Múltiple Rangos para a\* por Tiempo**

Método: 95,0 porcentaje LSD

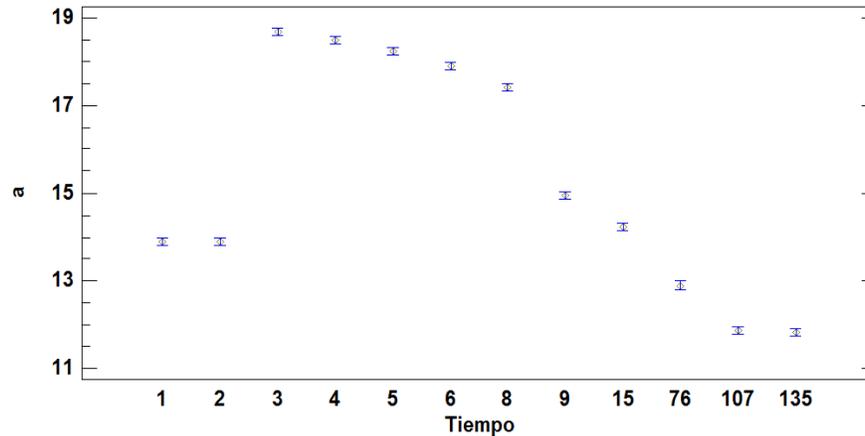
Tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
135	6	11,8183	0,0604459	X
107	6	11,885	0,0604459	X
76	6	12,9033	0,0604459	X
1	6	13,9017	0,0604459	X
2	6	13,9017	0,0604459	X
15	6	14,2283	0,0604459	X
9	6	14,9433	0,0604459	X
8	6	17,4117	0,0604459	X
6	6	17,8867	0,0604459	X
5	6	18,24	0,0604459	X
4	6	18,4967	0,0604459	X
3	6	18,6933	0,0604459	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0	0,171876
1 - 3	*	-4,79167	0,171876
1 - 4	*	-4,595	0,171876
1 - 5	*	-4,33833	0,171876
1 - 6	*	-3,985	0,171876
1 - 8	*	-3,51	0,171876
1 - 9	*	-1,04167	0,171876
1 - 15	*	-0,326667	0,171876
1 - 76	*	0,998333	0,171876
1 - 107	*	2,01667	0,171876
1 - 135	*	2,08333	0,171876
2 - 3	*	-4,79167	0,171876
2 - 4	*	-4,595	0,171876
2 - 5	*	-4,33833	0,171876
2 - 6	*	-3,985	0,171876
2 - 8	*	-3,51	0,171876
2 - 9	*	-1,04167	0,171876
2 - 15	*	-0,326667	0,171876
2 - 76	*	0,998333	0,171876
2 - 107	*	2,01667	0,171876
2 - 135	*	2,08333	0,171876
3 - 4	*	0,196667	0,171876
3 - 5	*	0,453333	0,171876
3 - 6	*	0,806667	0,171876
3 - 8	*	1,28167	0,171876
3 - 9	*	3,75	0,171876

3 - 15	*	4,465	0,171876
3 - 76	*	5,79	0,171876
3 - 107	*	6,80833	0,171876
3 - 135	*	6,875	0,171876
4 - 5	*	0,256667	0,171876
4 - 6	*	0,61	0,171876
4 - 8	*	1,085	0,171876
4 - 9	*	3,55333	0,171876
4 - 15	*	4,26833	0,171876
4 - 76	*	5,59333	0,171876
4 - 107	*	6,61167	0,171876
4 - 135	*	6,67833	0,171876
5 - 6	*	0,353333	0,171876
5 - 8	*	0,828333	0,171876
5 - 9	*	3,29667	0,171876
5 - 15	*	4,01167	0,171876
5 - 76	*	5,33667	0,171876
5 - 107	*	6,355	0,171876
5 - 135	*	6,42167	0,171876
6 - 8	*	0,475	0,171876
6 - 9	*	2,94333	0,171876
6 - 15	*	3,65833	0,171876
6 - 76	*	4,98333	0,171876
6 - 107	*	6,00167	0,171876
6 - 135	*	6,06833	0,171876
8 - 9	*	2,46833	0,171876
8 - 15	*	3,18333	0,171876
8 - 76	*	4,50833	0,171876
8 - 107	*	5,52667	0,171876
8 - 135	*	5,59333	0,171876
9 - 15	*	0,715	0,171876
9 - 76	*	2,04	0,171876
9 - 107	*	3,05833	0,171876
9 - 135	*	3,125	0,171876
15 - 76	*	1,325	0,171876
15 - 107	*	2,34333	0,171876
15 - 135	*	2,41	0,171876
76 - 107	*	1,01833	0,171876
76 - 135	*	1,085	0,171876
107 - 135		0,066667	0,171876

\* indica una diferencia significativa.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**e. Pruebas de Múltiple Rangos para b\* por Tiempo**

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
135	6	1,25667	0,0553963	X
107	6	1,36167	0,0553963	XX
76	6	1,415	0,0553963	X
15	6	2,41667	0,0553963	X
1	6	2,86	0,0553963	X
2	6	2,86	0,0553963	X
9	6	3,55667	0,0553963	X
8	6	4,49667	0,0553963	X
6	6	4,785	0,0553963	X
5	6	5,05167	0,0553963	X
3	6	5,42167	0,0553963	X
4	6	5,685	0,0553963	X

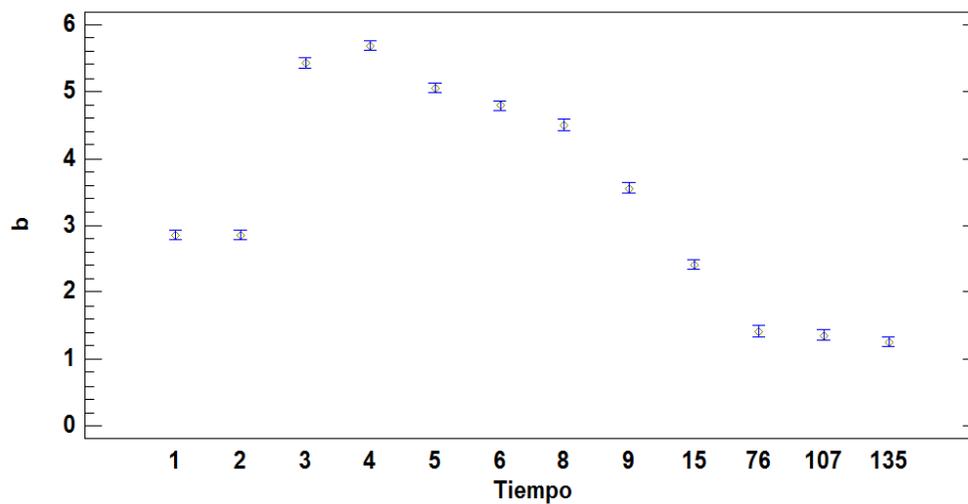
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0	0,157518
1 - 3	*	-2,56167	0,157518
1 - 4	*	-2,825	0,157518
1 - 5	*	-2,19167	0,157518
1 - 6	*	-1,925	0,157518
1 - 8	*	-1,63667	0,157518
1 - 9	*	-0,696667	0,157518
1 - 15	*	0,443333	0,157518
1 - 76	*	1,445	0,157518
1 - 107	*	1,49833	0,157518
1 - 135	*	1,60333	0,157518
2 - 3	*	-2,56167	0,157518

2 - 4	*	-2,825	0,157518
2 - 5	*	-2,19167	0,157518
2 - 6	*	-1,925	0,157518
2 - 8	*	-1,63667	0,157518
2 - 9	*	-0,696667	0,157518
2 - 15	*	0,443333	0,157518
2 - 76	*	1,445	0,157518
2 - 107	*	1,49833	0,157518
2 - 135	*	1,60333	0,157518
3 - 4	*	-0,263333	0,157518
3 - 5	*	0,37	0,157518
3 - 6	*	0,636667	0,157518
3 - 8	*	0,925	0,157518
3 - 9	*	1,865	0,157518
3 - 15	*	3,005	0,157518
3 - 76	*	4,00667	0,157518
3 - 107	*	4,06	0,157518
3 - 135	*	4,165	0,157518
4 - 5	*	0,633333	0,157518
4 - 6	*	0,9	0,157518
4 - 8	*	1,18833	0,157518
4 - 9	*	2,12833	0,157518
4 - 15	*	3,26833	0,157518
4 - 76	*	4,27	0,157518
4 - 107	*	4,32333	0,157518
4 - 135	*	4,42833	0,157518
5 - 6	*	0,266667	0,157518
5 - 8	*	0,555	0,157518
5 - 9	*	1,495	0,157518
5 - 15	*	2,635	0,157518
5 - 76	*	3,63667	0,157518
5 - 107	*	3,69	0,157518
5 - 135	*	3,795	0,157518
6 - 8	*	0,288333	0,157518
6 - 9	*	1,22833	0,157518
6 - 15	*	2,36833	0,157518
6 - 76	*	3,37	0,157518
6 - 107	*	3,42333	0,157518
6 - 135	*	3,52833	0,157518
8 - 9	*	0,94	0,157518
8 - 15	*	2,08	0,157518
8 - 76	*	3,08167	0,157518
8 - 107	*	3,135	0,157518
8 - 135	*	3,24	0,157518
9 - 15	*	1,14	0,157518
9 - 76	*	2,14167	0,157518
9 - 107	*	2,195	0,157518
9 - 135	*	2,3	0,157518

15 - 76	*	1,00167	0,157518
15 - 107	*	1,055	0,157518
15 - 135	*	1,16	0,157518
76 - 107		0,0533333	0,157518
76 - 135	*	0,158333	0,157518
107 - 135		0,105	0,157518

\* indica una diferencia significativa.

**Medias y 95,0% de Fisher LSD**



**f. Pruebas de Múltiple Rangos para L\* por Tiempo**

Método: 95,0 porcentaje LSD

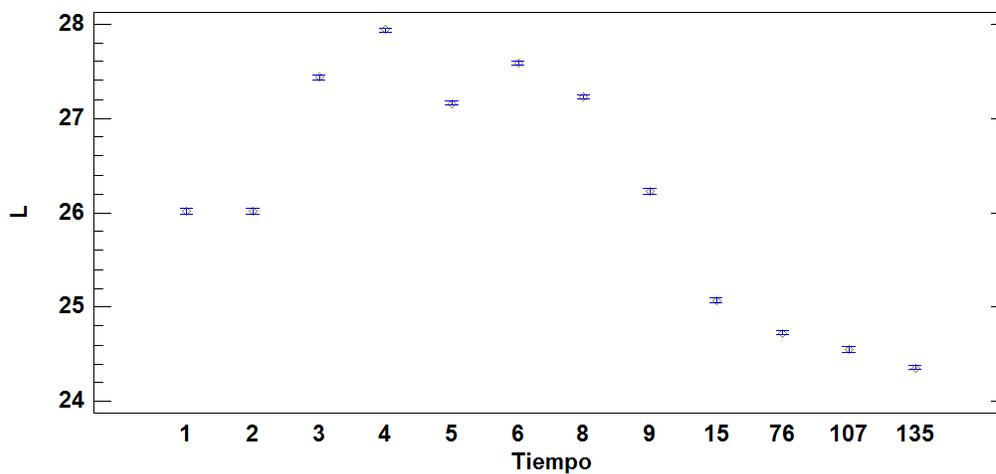
Tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
135	6	24,36	0,0155009	X
107	6	24,5517	0,0155009	X
76	6	24,7217	0,0155009	X
15	6	25,0717	0,0155009	X
2	6	26,0133	0,0155009	X
1	6	26,0133	0,0155009	X
9	6	26,225	0,0155009	X
5	6	27,1583	0,0155009	X
8	6	27,2283	0,0155009	X
3	6	27,435	0,0155009	X
6	6	27,5833	0,0155009	X
4	6	27,935	0,0155009	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0	0,0440764
1 - 3	*	-1,42167	0,0440764
1 - 4	*	-1,92167	0,0440764
1 - 5	*	-1,145	0,0440764
1 - 6	*	-1,57	0,0440764
1 - 8	*	-1,215	0,0440764
1 - 9	*	-0,211667	0,0440764
1 - 15	*	0,941667	0,0440764
1 - 76	*	1,29167	0,0440764
1 - 107	*	1,46167	0,0440764
1 - 135	*	1,65333	0,0440764
2 - 3	*	-1,42167	0,0440764
2 - 4	*	-1,92167	0,0440764
2 - 5	*	-1,145	0,0440764
2 - 6	*	-1,57	0,0440764
2 - 8	*	-1,215	0,0440764
2 - 9	*	-0,211667	0,0440764
2 - 15	*	0,941667	0,0440764
2 - 76	*	1,29167	0,0440764
2 - 107	*	1,46167	0,0440764
2 - 135	*	1,65333	0,0440764
3 - 4	*	-0,5	0,0440764
3 - 5	*	0,276667	0,0440764
3 - 6	*	-0,148333	0,0440764
3 - 8	*	0,206667	0,0440764
3 - 9	*	1,21	0,0440764
3 - 15	*	2,36333	0,0440764
3 - 76	*	2,71333	0,0440764
3 - 107	*	2,88333	0,0440764
3 - 135	*	3,075	0,0440764
4 - 5	*	0,776667	0,0440764
4 - 6	*	0,351667	0,0440764
4 - 8	*	0,706667	0,0440764
4 - 9	*	1,71	0,0440764
4 - 15	*	2,86333	0,0440764
4 - 76	*	3,21333	0,0440764
4 - 107	*	3,38333	0,0440764
4 - 135	*	3,575	0,0440764
5 - 6	*	-0,425	0,0440764
5 - 8	*	-0,07	0,0440764
5 - 9	*	0,933333	0,0440764
5 - 15	*	2,08667	0,0440764
5 - 76	*	2,43667	0,0440764
5 - 107	*	2,60667	0,0440764
5 - 135	*	2,79833	0,0440764
6 - 8	*	0,355	0,0440764
6 - 9	*	1,35833	0,0440764

6 - 15	*	2,51167	0,0440764
6 - 76	*	2,86167	0,0440764
6 - 107	*	3,03167	0,0440764
6 - 135	*	3,22333	0,0440764
8 - 9	*	1,00333	0,0440764
8 - 15	*	2,15667	0,0440764
8 - 76	*	2,50667	0,0440764
8 - 107	*	2,67667	0,0440764
8 - 135	*	2,86833	0,0440764
9 - 15	*	1,15333	0,0440764
9 - 76	*	1,50333	0,0440764
9 - 107	*	1,67333	0,0440764
9 - 135	*	1,865	0,0440764
15 - 76	*	0,35	0,0440764
15 - 107	*	0,52	0,0440764
15 - 135	*	0,711667	0,0440764
76 - 107	*	0,17	0,0440764
76 - 135	*	0,361667	0,0440764
107 - 135	*	0,191667	0,0440764

\* indica una diferencia significativa.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**g. Pruebas de Múltiple Rangos para Cromo por Tiempo**

Método: 95,0 porcentaje LSD

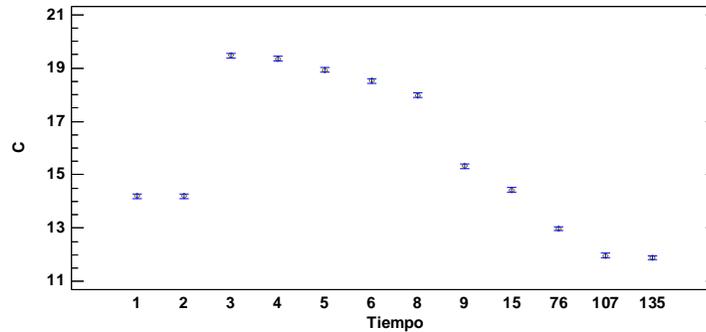
Tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
135	6	11,885	0,0578712	X
107	6	11,9633	0,0578712	X
76	6	12,9783	0,0578712	X
1	6	14,1933	0,0578712	X
2	6	14,1933	0,0578712	X
15	6	14,4317	0,0578712	X
9	6	15,3233	0,0578712	X
8	6	17,9833	0,0578712	X
6	6	18,515	0,0578712	X
5	6	18,925	0,0578712	X
4	6	19,3517	0,0578712	X
3	6	19,465	0,0578712	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0	0,164555
1 - 3	*	-5,27167	0,164555
1 - 4	*	-5,15833	0,164555
1 - 5	*	-4,73167	0,164555
1 - 6	*	-4,32167	0,164555
1 - 8	*	-3,79	0,164555
1 - 9	*	-1,13	0,164555
1 - 15	*	-0,238333	0,164555
1 - 76	*	1,215	0,164555
1 - 107	*	2,23	0,164555
1 - 135	*	2,30833	0,164555
2 - 3	*	-5,27167	0,164555
2 - 4	*	-5,15833	0,164555
2 - 5	*	-4,73167	0,164555
2 - 6	*	-4,32167	0,164555
2 - 8	*	-3,79	0,164555
2 - 9	*	-1,13	0,164555
2 - 15	*	-0,238333	0,164555
2 - 76	*	1,215	0,164555
2 - 107	*	2,23	0,164555
2 - 135	*	2,30833	0,164555
3 - 4	*	0,113333	0,164555
3 - 5	*	0,54	0,164555
3 - 6	*	0,95	0,164555
3 - 8	*	1,48167	0,164555
3 - 9	*	4,14167	0,164555
3 - 15	*	5,03333	0,164555
3 - 76	*	6,48667	0,164555
3 - 107	*	7,50167	0,164555
3 - 135	*	7,58	0,164555
4 - 5	*	0,426667	0,164555

4 - 6	*	0,836667	0,164555
4 - 8	*	1,36833	0,164555
4 - 9	*	4,02833	0,164555
4 - 15	*	4,92	0,164555
4 - 76	*	6,37333	0,164555
4 - 107	*	7,38833	0,164555
4 - 135	*	7,46667	0,164555
5 - 6	*	0,41	0,164555
5 - 8	*	0,941667	0,164555
5 - 9	*	3,60167	0,164555
5 - 15	*	4,49333	0,164555
5 - 76	*	5,94667	0,164555
5 - 107	*	6,96167	0,164555
5 - 135	*	7,04	0,164555
6 - 8	*	0,531667	0,164555
6 - 9	*	3,19167	0,164555
6 - 15	*	4,08333	0,164555
6 - 76	*	5,53667	0,164555
6 - 107	*	6,55167	0,164555
6 - 135	*	6,63	0,164555
8 - 9	*	2,66	0,164555
8 - 15	*	3,55167	0,164555
8 - 76	*	5,005	0,164555
8 - 107	*	6,02	0,164555
8 - 135	*	6,09833	0,164555
9 - 15	*	0,891667	0,164555
9 - 76	*	2,345	0,164555
9 - 107	*	3,36	0,164555
9 - 135	*	3,43833	0,164555
15 - 76	*	1,45333	0,164555
15 - 107	*	2,46833	0,164555
15 - 135	*	2,54667	0,164555
76 - 107	*	1,015	0,164555
76 - 135	*	1,09333	0,164555
107 - 135		0,0783333	0,164555

\* indica una diferencia significativa.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



### h. Pruebas de Múltiple Rangos para H por Tiempo

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
135	6	0,108333	0,00204124	X
76	6	0,11	0,00204124	X
107	6	0,113333	0,00204124	X
15	6	0,17	0,00204124	X
2	6	0,205	0,00204124	X
1	6	0,205	0,00204124	X
9	6	0,225	0,00204124	X
8	6	0,255	0,00204124	X
6	6	0,261667	0,00204124	X
5	6	0,268333	0,00204124	X
3	6	0,281667	0,00204124	X
4	6	0,298333	0,00204124	X

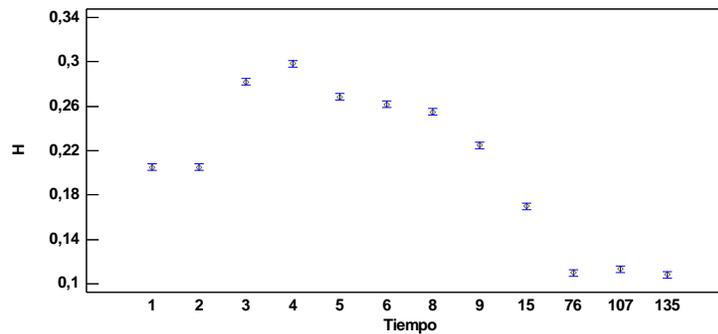
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		0	0,00580421
1 - 3	*	-0,0766667	0,00580421
1 - 4	*	-0,0933333	0,00580421
1 - 5	*	-0,0633333	0,00580421
1 - 6	*	-0,0566667	0,00580421
1 - 8	*	-0,05	0,00580421
1 - 9	*	-0,02	0,00580421
1 - 15	*	0,035	0,00580421
1 - 76	*	0,095	0,00580421
1 - 107	*	0,0916667	0,00580421
1 - 135	*	0,0966667	0,00580421
2 - 3	*	-0,0766667	0,00580421
2 - 4	*	-0,0933333	0,00580421
2 - 5	*	-0,0633333	0,00580421
2 - 6	*	-0,0566667	0,00580421
2 - 8	*	-0,05	0,00580421

2 - 9	*	-0,02	0,00580421
2 - 15	*	0,035	0,00580421
2 - 76	*	0,095	0,00580421
2 - 107	*	0,0916667	0,00580421
2 - 135	*	0,0966667	0,00580421
3 - 4	*	-0,0166667	0,00580421
3 - 5	*	0,0133333	0,00580421
3 - 6	*	0,02	0,00580421
3 - 8	*	0,0266667	0,00580421
3 - 9	*	0,0566667	0,00580421
3 - 15	*	0,111667	0,00580421
3 - 76	*	0,171667	0,00580421
3 - 107	*	0,168333	0,00580421
3 - 135	*	0,173333	0,00580421
4 - 5	*	0,03	0,00580421
4 - 6	*	0,0366667	0,00580421
4 - 8	*	0,0433333	0,00580421
4 - 9	*	0,0733333	0,00580421
4 - 15	*	0,128333	0,00580421
4 - 76	*	0,188333	0,00580421
4 - 107	*	0,185	0,00580421
4 - 135	*	0,19	0,00580421
5 - 6	*	0,00666667	0,00580421
5 - 8	*	0,0133333	0,00580421
5 - 9	*	0,0433333	0,00580421
5 - 15	*	0,0983333	0,00580421
5 - 76	*	0,158333	0,00580421
5 - 107	*	0,155	0,00580421
5 - 135	*	0,16	0,00580421
6 - 8	*	0,00666667	0,00580421
6 - 9	*	0,0366667	0,00580421
6 - 15	*	0,0916667	0,00580421
6 - 76	*	0,151667	0,00580421
6 - 107	*	0,148333	0,00580421
6 - 135	*	0,153333	0,00580421
8 - 9	*	0,03	0,00580421
8 - 15	*	0,085	0,00580421
8 - 76	*	0,145	0,00580421
8 - 107	*	0,141667	0,00580421
8 - 135	*	0,146667	0,00580421
9 - 15	*	0,055	0,00580421
9 - 76	*	0,115	0,00580421
9 - 107	*	0,111667	0,00580421
9 - 135	*	0,116667	0,00580421
15 - 76	*	0,06	0,00580421
15 - 107	*	0,0566667	0,00580421
15 - 135	*	0,0616667	0,00580421
76 - 107		-0,00333333	0,00580421

76 - 135	0,00166667	0,00580421
107 - 135	0,005	0,00580421

\* indica una diferencia significativa.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



#### i. Pruebas de Múltiple Rangos para Viscosidad por Tiempo

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
135	6	1,46	0,0337028	X
107	6	1,465	0,0337028	X
76	6	1,465	0,0337028	X
15	6	2,15	0,0337028	X
9	6	2,32667	0,0337028	X
8	6	2,565	0,0337028	X
6	6	2,63833	0,0337028	X
5	6	2,74	0,0337028	X
4	6	2,88667	0,0337028	X
3	6	2,945	0,0337028	XX
2	6	3,02833	0,0337028	X
1	6	3,58167	0,0337028	X

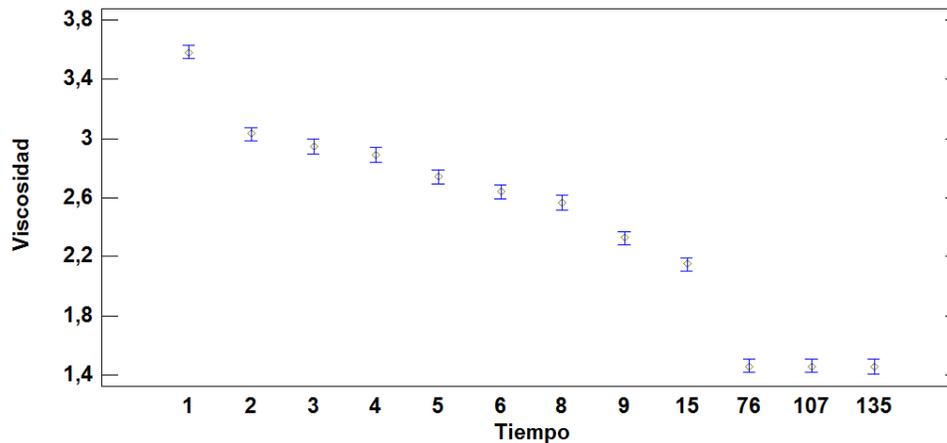
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	0,553333	0,095833
1 - 3	*	0,636667	0,095833
1 - 4	*	0,695	0,095833
1 - 5	*	0,841667	0,095833
1 - 6	*	0,943333	0,095833
1 - 8	*	1,01667	0,095833
1 - 9	*	1,255	0,095833
1 - 15	*	1,43167	0,095833
1 - 76	*	2,11667	0,095833
1 - 107	*	2,11667	0,095833
1 - 135	*	2,12167	0,095833
2 - 3		0,0833333	0,095833
2 - 4	*	0,141667	0,095833

2 - 5	*	0,288333	0,095833
2 - 6	*	0,39	0,095833
2 - 8	*	0,463333	0,095833
2 - 9	*	0,701667	0,095833
2 - 15	*	0,878333	0,095833
2 - 76	*	1,56333	0,095833
2 - 107	*	1,56333	0,095833
2 - 135	*	1,56833	0,095833
3 - 4		0,0583333	0,095833
3 - 5	*	0,205	0,095833
3 - 6	*	0,306667	0,095833
3 - 8	*	0,38	0,095833
3 - 9	*	0,618333	0,095833
3 - 15	*	0,795	0,095833
3 - 76	*	1,48	0,095833
3 - 107	*	1,48	0,095833
3 - 135	*	1,485	0,095833
4 - 5	*	0,146667	0,095833
4 - 6	*	0,248333	0,095833
4 - 8	*	0,321667	0,095833
4 - 9	*	0,56	0,095833
4 - 15	*	0,736667	0,095833
4 - 76	*	1,42167	0,095833
4 - 107	*	1,42167	0,095833
4 - 135	*	1,42667	0,095833
5 - 6	*	0,101667	0,095833
5 - 8	*	0,175	0,095833
5 - 9	*	0,413333	0,095833
5 - 15	*	0,59	0,095833
5 - 76	*	1,275	0,095833
5 - 107	*	1,275	0,095833
5 - 135	*	1,28	0,095833
6 - 8		0,0733333	0,095833
6 - 9	*	0,311667	0,095833
6 - 15	*	0,488333	0,095833
6 - 76	*	1,17333	0,095833
6 - 107	*	1,17333	0,095833
6 - 135	*	1,17833	0,095833
8 - 9	*	0,238333	0,095833
8 - 15	*	0,415	0,095833
8 - 76	*	1,1	0,095833
8 - 107	*	1,1	0,095833
8 - 135	*	1,105	0,095833
9 - 15	*	0,176667	0,095833
9 - 76	*	0,861667	0,095833
9 - 107	*	0,861667	0,095833
9 - 135	*	0,866667	0,095833
15 - 76	*	0,685	0,095833

15 - 107	*	0,685	0,095833
15 - 135	*	0,69	0,095833
76 - 107		0	0,095833
76 - 135		0,005	0,095833
107 - 135		0,005	0,095833

\* indica una diferencia significativa.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



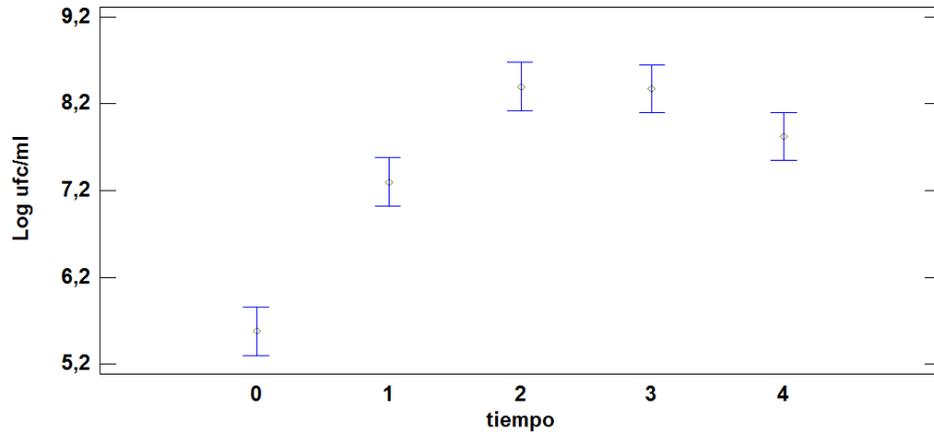
**j. Pruebas de Múltiple Rangos para microbiológico Logufc/ml por tiempo**  
Método: 95,0 porcentaje LSD

tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
0	4	5,575	0,175713	X
1	4	7,3	0,175713	X
4	4	7,825	0,175713	XX
3	4	8,375	0,175713	XX
2	4	8,4	0,175713	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1	*	-1,725	0,553684
0 - 2	*	-2,825	0,553684
0 - 3	*	-2,8	0,553684
0 - 4	*	-2,25	0,553684
1 - 2	*	-1,1	0,553684
1 - 3	*	-1,075	0,553684
1 - 4		-0,525	0,553684
2 - 3		0,025	0,553684
2 - 4	*	0,575	0,553684
3 - 4		0,55	0,553684

\* indica una diferencia significativa.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



### ANEXO 3

#### TABLA DE RESULTADOS ANALISIS SENSORIAL

CATADORES	ANALISIS SENSORIAL							
	COLOR	OLOR	DULZOR	SENSACION GRADOS DE ALCOHOL	ACIDEZ	ASTRINGENCIA	CUERPO	AROMA GUSTATIVA
CATADOR 1	9	8	6	5	7	6	4	6
CATADOR 2	10	9	8	8	6	5	5	8
CATADOR 3	7	7	6	7	8	6	4	7
CATADOR 4	7	7	5	8	5	6	8	7
CATADOR 5	9	8	6	7	7	8	5	8
CATADOR 6	8	8	6	7	6	6	7	7
CATADOR 7	8	8	8	7	8	5	5	7
CATADOR 8	9	7	9	8	8	8	8	8
CATADOR 9	9	9	4	7	8	7	6	7
CATADOR 10	9	8	6	7	8	9	9	7
CATADOR 11	7	5	4	5	5	5	3	5
CATADOR 12	9	8	8	9	8	9	8	9
CATADOR 13	8	7	7	7	7	6	4	7
CATADOR 14	9	8	7	8	6	8	7	7
CATADOR 15	9	8	7	8	8	6	6	7
CATADOR 1	8	8	8	7	6	7	8	8
CATADOR 2	7	5	5	6	5	5	4	4
CATADOR 3	8	8	7	7	6	4	4	5
CATADOR 4	8	7	6	8	4	5	6	5
CATADOR 5	9	8	8	9	9	7	7	8
CATADOR 6	10	9	9	7	9	9	9	9
CATADOR 7	7	9	7	8	8	5	6	8
CATADOR 8	9	9	9	8	7	8	8	9
CATADOR 9	9	9	5	5	6	6	5	8
CATADOR 10	9	8	8	7	7	8	9	9
CATADOR 11	9	8	8	8	6	5	5	6
CATADOR 12	8	8	8	8	8	7	7	8
CATADOR 13	9	8	6	6	7	6	6	7
CATADOR 14	10	8	6	6	7	6	8	6
CATADOR 15	9	7	7	7	5	5	7	9

0= NO ACEPTABLE    10= ACEPTABLE

## ANEXO A-4

### ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ANÁLISIS SENSORIAL

**Ha=** Los catadores no encontraron diferencias significativas entre el tratamiento y la réplica.

**Ho=** Los catadores encontraron diferencia significativa entre el tratamiento y la réplica.

Si  $F <$  valor crítico para F, se acepta la Ha

Si  $F >$  valor crítico para F, se acepta la Ho

Análisis de varianza se realizó con un nivel de significancia del 0,05.

#### a. ANOVA ANALISIS SENSORIAL DEL COLOR

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
COLOR Tratamiento	15	127	8,466666667	0,838095238
COLOR Replica	15	129	8,6	0,828571429

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,133333333	1	0,133333333	0,16	0,692191842	4,195971819
Dentro de los grupos	23,33333333	28	0,833333333			
Total	23,46666667	29				

**b. ANOVA ANALISIS SENSORIAL OLOR**

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
OLOR Tratamiento	15	115	7,666666667	0,952380952
OLOR Replica	15	119	7,933333333	1,066666667

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,533333333	1	0,533333333	0,528301887	0,473355118	4,195971819
Dentro de los grupos	28,26666667	28	1,00952381			
Total						
Total	28,8	29				

**c. ANOVA ANALISIS SENSORIAL DULZOR**

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
DULZOR Tratamiento	15	97	6,466666667	2,123809524
DULZOR Replica	15	107	7,133333333	1,695238095

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3,333333333	1	3,333333333	1,74563591	0,197122031	4,195971819
Dentro de los grupos	53,46666667	28	1,90952381			
Total	56,8	29				

**d. ANOVA ANALISIS DE VARIANZA PERCEPCION DEL ALCOHOL**

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
SENSACION GRADOS DE ALCOHOL Tratamiento	15	108	7,2	1,171428571
SENSACION GRADOS DE ALCOHOL Replica	15	107	7,133333333	1,123809524

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,033333333	1	0,033333333	0,029045643	0,865899218	4,195971819
Dentro de los grupos	32,13333333	28	1,147619048			
Total	32,16666667	29				

**e. ANOVA ANALISIS SENSORIAL ACIDEZ**

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
ACIDEZ Tratamiento	15	105	7	1,285714286
ACIDEZ Replica	15	100	6,666666667	2,095238095

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,833333333	1	0,833333333	0,492957746	0,488406768	4,195971819
Dentro de los grupos	47,33333333	28	1,69047619			
Total	48,16666667	29				

**f. ANOVA ANALISIS SENSORIAL ASTRINGENCIA**

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
ASTRINGENCIA Tratamiento	15	100	6,666666667	1,952380952
ASTRINGENCIA Replica	15	93	6,2	2,028571429

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1,633333333	1	1,633333333	0,820574163	0,372741827	4,195971819
Dentro de los grupos	55,73333333	28	1,99047619			

Total	57,36666667	29
-------	-------------	----

**g. ANOVA ANALISIS SENSORIAL CUERPO**

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
CUERPO Tratamiento	15	89	5,933333333	3,352380952
CUERPO Replica	15	99	6,6	2,685714286

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3,333333333	1	3,333333333	1,104100946	0,302352614	4,195971819
Dentro de los grupos	84,53333333	28	3,019047619			
Total	87,86666667	29				

**h. ANOVA ANALISIS SENSORIAL AROMA GUSTATIVO**

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
AROMA GUSTATIVA Tratamiento	15	107	7,133333333	0,838095238
AROMA GUSTATIVA Replica	15	109	7,266666667	2,780952381

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,133333333	1	0,133333333	0,073684211	0,788037575	4,195971819
Dentro de los grupos	50,66666667	28	1,80952381			
Total	50,8	29				

**ANEXO A-5**  
**RESULTADOS DEL MARIDAJE**

QUESO MADURO Tratamiento	QUESO MADURO Replica	QUESO FRESCO Tratamiento	QUESO FRESCO Replica	JAMON Tratamiento	JAMON Replica	CEREZA Tratamiento	CEREZA Replica
1	1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	1	1	1
0	0	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	0	1	0	1	1	1
0	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1	1
0	1	0	1	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1

## ANEXO A-6 ANÁLISIS DE VARIANZA ANOVA DEL MARIDAJE

**Ha=** Hay diferencia significativa  
**Ho=** No hay diferencia significativa

Si  $F <$  valor crítico para F, se acepta la  $H_a$   
Si  $F >$  valor crítico para F, se acepta la  $H_o$

Análisis de varianza se realizó con un nivel de significancia del 0,05.

### i. ANOVA MARIDAJE QUESO MADURO

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
QUESO MADURO Tratamiento	15	7	0,466666667	0,266666667
QUESO MADURO Replica	15	9	0,6	0,257142857

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,133333333	1	0,133333333	0,509090909	0,481437965	4,195971819
Dentro de los grupos	7,333333333	28	0,261904762			
<b>Total</b>	<b>7,466666667</b>	<b>29</b>				

**j. ANOVA MARIDAJE QUESO FRESCO**

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
QUESO FRESCO Tratamiento	15	9	0,6	0,257142857
QUESO FRESCO Replica	15	10	0,666666667	0,238095238

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,033333333	1	0,033333333	0,134615385	0,716452156	4,195971819
Dentro de los grupos	6,933333333	28	0,247619048			
Total	6,966666667	29				

**k. ANOVA MARIDAJE JAMON**

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
JAMON Tratamiento	15	8	0,533333333	0,266666667
JAMON Replica	15	12	0,8	0,171428571

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,533333333	1	0,533333333	2,434782609	0,129903075	4,195971819
Dentro de los grupos	6,133333333	28	0,219047619			
Total	6,666666667	29				

### I. ANOVA MARIDAJE CEREZA

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CEREZA Tratamiento	15	11	0,733333333	0,20952381
CEREZA Replica	15	13	0,866666667	0,123809524

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,133333333	1	0,133333333	0,8	0,378717723	4,195971819
Dentro de los grupos	4,666666667	28	0,166666667			
Total	4,8	29				

## ANEXO A-7

### FOTOGRAFIAS DEL PROCESO

Proceso de cosecha



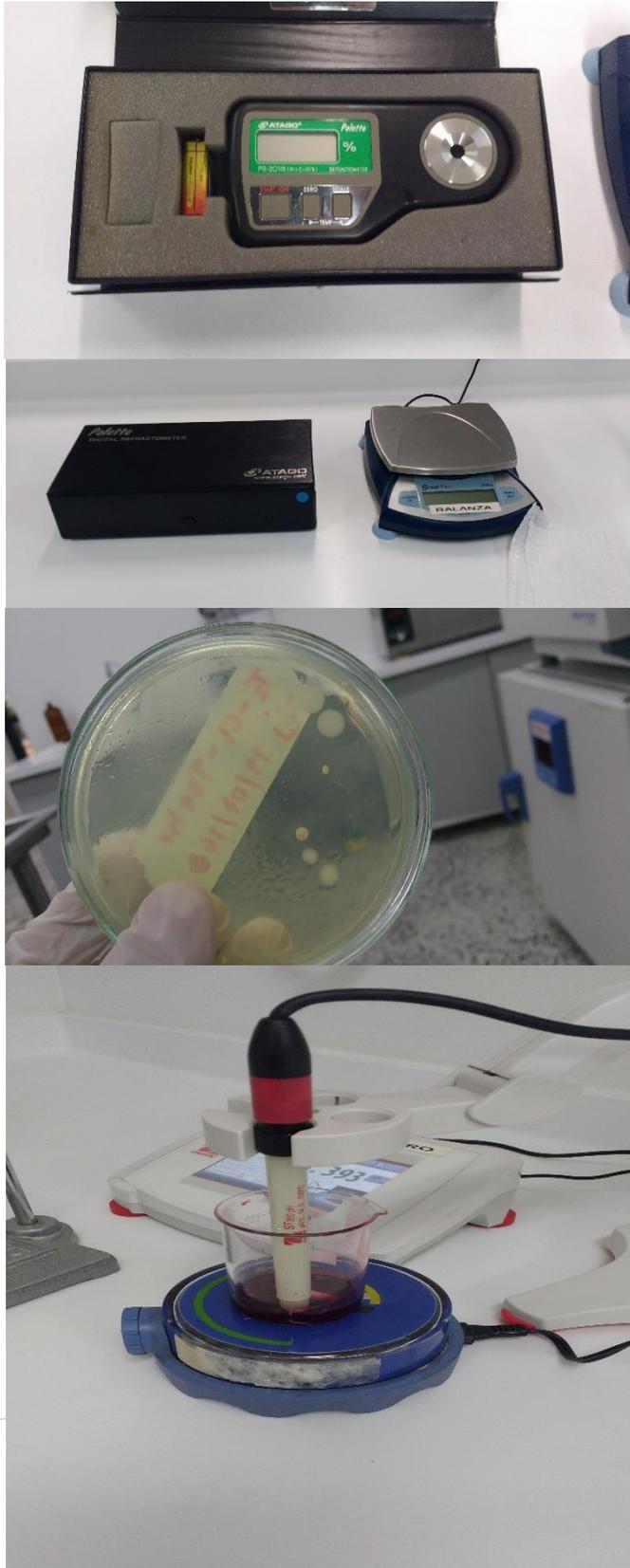
### Proceso de selección y obtención del mosto

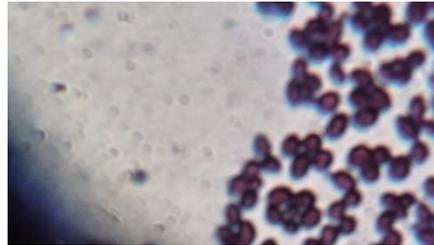


## Proceso de fermentación



## Proceso de análisis físico, químico y microbiológico





Proceso de filtrado y maduración en barrica



## Proceso de envejecimiento en botella y almacenamiento



## Proceso de maridaje



