



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, Septiembre 21 de 2017

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Juan Sebastian Quino Muñoz, con C.C. No. 1075251445

Angela Johana Rodríguez González, con C.C. No. 1075249337

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o: JUAN SEBASTIAN QUINO MUÑOZ Y ANGELA JOHANA RODRIGUEZ GONZALEZ

Titulado: Evaluación de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos en Diferentes Tiempos de Fermentación Alcohólica en Zumo de Naranja

Presentado y aprobado en el año ____2017____ como requisito para optar al título de

_____INGENIERROS AGRICOLAS_____

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

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS**



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						
	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:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Quino Muñoz	Juan Sebastian
Rodriguez Gonzalez	Ángela Johana

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Amoroch Cruz	Claudia Milena

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Ruíz Osorio	Yaneth Liliana
Pastrana Bonilla	Eduardo

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingenieros Agrícolas

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería agrícola

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2017 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 90

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Vigilada mieducación



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 4
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos 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:

MATERIAL ANEXO:

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

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. evaluación	evaluation
2. naranja	orange
3. tratamientos	treatments
4. zumo	juice
5. Microbiológico	microbiological

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El objetivo de esta investigación fue evaluar la producción de vinos de naranja (*Citrus Sinensis*) en dos tratamientos distintos mediante el proceso de fermentación con levadura *Saccharomyces cerevisiae* (erbslöh oenoferm color). En un tratamiento se realizó chaptalización con un tiempo de fermentación de 11 días (T2), el otro tratamiento se realizó para fermentar únicamente con los azúcares propios de la fruta y en un periodo de 6 días (T1). Una vez evaluados los parámetros fisicoquímicos de ambos tratamientos mediante el análisis de sólidos solubles, pH y acidez se obtuvo un vino con una concentración de sólidos solubles de $4,05 \pm 0,1$ °Brix (T1) y $11,83 \pm 0,16$ °Brix (T2), pH $4,79 \pm 0,01$ (T1) y $3,73 \pm 0,002$ (T2) y acidez en porcentaje de ácido cítrico de $0,99 \pm 0,04$ (T1) y $4,49 \pm 0,03$ (T2). Se realizó análisis microbiológico utilizando diluciones seriadas partiendo de una población inicial de ufc/ml y finalizando con ufc/ml; Finalmente, a partir de destilación simple se determinó el



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 4
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

volumen de alcohol, el grado de alcohol mediante la fórmula de Gay-Lussac obteniendo un porcentaje de 12,1% (T1) y 12,5% (T2). en la prueba sensorial se calificaron 5 atributos (color, aroma, cuerpo, equilibrio y regusto), el atributo que tuvo mayor relevancia según los resultados ofrecidos por los jueces fue el color, ya que fue determinante para medir el grado de aceptación que logro cada tanque. Para la realización del maridaje se buscó armonizar ciertos alimentos con la bebida fermentada, los jueces que probaron cada combinación y calificaron según el criterio de buscar realzar el placer de la degustación.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The objective of this research was to evaluate the production of orange wines (*Citrus Sinensis*) in two different treatments through the fermentation process with yeast *Saccharomyces cerevisiae* (erbslöh oenoferm color). In a treatment, chaptalization was carried out with a fermentation time of 11 days (T2), the other treatment was done to ferment only with the fruit's own sugars and in a period of 6 days (T1). After evaluating the physicochemical parameters of both treatments by means of the analysis of soluble solids, pH and acidity, a wine with a soluble solids concentration of 4.05 ± 0.1 ° Brix (T1) and 11.83 ± 0.16 (T1) and 3.73 ± 0.002 (T2) and acidity as a percentage of citric acid of 0.99 ± 0.04 (T1) and $4.49 \pm 0, 03$ (T2). Microbiological analysis was performed using serial dilutions starting from an initial population of cfu / ml and ending with cfu / ml; Finally, from simple distillation the volume of alcohol was determined, the degree of alcohol by the Gay-Lussac formula obtaining a percentage of 12.1% (T1) and 12.5% (T2). in the sensorial test were rated 5 attributes (color, aroma, body, balance and aftertaste), the attribute that had more relevance according to the results offered by the judges was the color, since it was determinant to measure the degree of acceptance that each tank. For the realization of the marriage was sought to harmonize certain foods with the fermented drink, judges who tested each combination and qualified according to the criterion of seeking to enhance the pleasure of tasting.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado:

Firma:

Nombre Jurado:

Firma:

maridaje se buscó armonizar ciertos alimentos con la bebida fermentada, los jueces que probaron cada combinación y calificaron según el criterio de buscar realzar el placer de la degustación.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The objective of this research was to evaluate the production of orange wines (*Citrus Sinensis*) in two different treatments through the fermentation process with yeast *Saccharomyces cerevisiae* (erbslöh oenoferm color). In one treatment, chaptalization was performed with a fermentation time of 11 days (T2), the other treatment was performed to ferment only with the fruit's own sugars and in a period of 6 days (T1), both treatments were performed in duplicate. After evaluating the physicochemical parameters of both treatments by means of the analysis of soluble solids, pH and acidity, a wine with a soluble solids concentration of 4.05 ± 0.1 ° Brix (T1) and 11.83 ± 0.16 (T1) and 3.73 ± 0.002 (T2) and acidity as a percentage of citric acid of 0.99 ± 0.04 (T1) and $4.49 \pm 0, 03$ (T2). Microbiological analysis was performed using serial dilutions starting from an initial population of cfu/ml and ending with cfu/ml; Finally, from simple distillation the volume of alcohol was determined, the degree of alcohol by the Gay-Lussac formula obtaining a percentage of 12.1% (T1) and 12.5% (T2). In order to measure the degree of acceptance of the fermented drink, five attributes (color, aroma, body, balance and taste) were scored in the sensory test. The attribute that was most relevant according to the results offered by the judges was color, since was instrumental in measuring the degree of acceptance achieved by each tank. For the realization of the marriage was sought to harmonize certain foods with the fermented drink, judges who tested each combination and qualified according to the criterion of seeking to enhance the pleasure of tasting.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: EDUARDO PASTRANA

Firma:

Nombre Jurado: Yaneth Liliana Ruiz Osorio

Firma:

**“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y
MICROBIOLÓGICOS EN DIFERENTES TIEMPOS DE FERMENTACIÓN
ALCOHÓLICA EN ZUMO DE NARANJA (*Citrus Sinensis*).”**



ANGELA JOHANA RODRIGUEZ GONZALEZ

JUAN SEBASTIAN QUINO MUÑOZ



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2017**

**“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y
MICROBIOLÓGICOS EN DIFERENTES TIEMPOS DE FERMENTACIÓN
ALCOHÓLICA EN ZUMO DE NARANJA (*Citrus Sinensis*).”**

ANGELA JOHANA RODRIGUEZ GONZALEZ

JUAN SEBASTIAN QUINO MUÑOZ

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de:
INGENIERO AGRÍCOLA

Director

CLAUDIA MILENA AMOROCHO CRUZ

Ingeniero Agrícola

Ph.D Biotecnología

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

NEIVA

2017

Nota de aceptación:



Ph.D. Claudia Milena Amorocho Cruz - Director



M.Sc. Yaneth Liliaña Ruiz Osorio - Jurado



Ph.D. Eduardo Pastrana Bonilla - Jurado

AGRADECIMIENTOS

Los Autores expresan sus agradecimientos a:

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Primero a Dios porque sin el no seríamos nada A nuestros padres, por su apoyo incondicional, su paciencia y constante motivación. A la profesora Claudia Milena Amorocho Cruz Ingeniera Agrícola, PhD. Área de Microbiología de la Escuela Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Valencia. Profesor de planta de la Facultad de Ingeniería, Área de Agroindustria del programa de Ingeniería Agrícola. Universidad Surcolombiana y Directora del proyecto, por la orientación y constante ayuda, dedicación, enseñanzas, paciencia, aporte intelectual y fe en nuestro proyecto.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA y Docentes del programa de Ingeniería Agrícola, por sus valiosos conocimientos a lo largo de estos años, por formarnos como profesionales íntegros.

Al centro de investigación de café Cesurcafe, por su servicios y apoyo durante el desarrollo de este proyecto.

A nuestros familiares y amigos que siempre tuvieron una palabra de ánimo y motivación cuando sentíamos desfallecer

Muchas gracias por que sin el apoyo intelectual, sentimental y fortaleza brindada no hubiéramos podido culminar satisfactoriamente este logro en nuestras vidas, este sueño alcanzado y superarnos profesionalmente seguirá siendo nuestro objetivo. Infinitas gracias!

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCION	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	13
ANTECEDENTAS Y JUSTIFICACION.....	13
1 OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
2 MARCO CONCEPTUAL.....	19
2.1 EL CULTIVO DE NARANJA (Citrus Sinensis)	19
2.1.1 Origen y Botánica	20
2.1.2 Características morfológicas del fruto de naranja	20
2.1.2.1 Morfología	20
2.1.2.2 Características físico-químicas	21
2.1.3 Mercado	22
2.2 BEBIDAS FERMENTADAS	22
2.2.1 Clasificación de bebidas alcohólicas.....	23
2.3. VINO DE FRUTAS.....	23
2.3.1 Composición química.....	25
2.3.2 Fermentación.....	25
2.3.2.1 Chaptalización.....	27
2.4 ANALISIS MICROBIOLOGICO.....	27
2.4.1 Crecimiento Microbiano	27
2.4.2 Curva de Crecimiento.....	27
2.4.3 Recuento de células viables	29
2.5 ANALISIS SENSORIAL.....	30
2.5.1 Pruebas Afectivas.....	30
2.5.1.1 Pruebas de Medición del grado de satisfacción.....	30
2.5.1.2 Escalas Hedónicas Verbales	30
3 MATERIALES Y METODOS	26
3.1 SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA.....	31
3.1.1 Lavado.....	31
3.1.2 Extracción del zumo	31
3.1.3 Preparación del mosto	31
3.2 FERMENTACIÓN	32
3.3 CLARIFICACIÓN	32
3.4 EMBOTELLADO.....	33
3.5 MADURACIÓN.....	33
3.6 DETERMINACION DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS	33
3.6.1 Solidos Solubles	33

3.6.2 pH	33
3.6.3 Porcentaje de Acidez.....	34
3.6.4 Color.....	34
3.7 DETERMINACIÓN PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	36
3.7.1 Preparación de Diluciones Seriadas	36
3.7.2 Preparación de Medio de Cultivo	36
3.7.3 Siembra de Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae var bayanus</i>).....	36
3.8 DESTILACIÓN DEL ALCOHOL.....	37
3.8.1 Determinación del Grado de Alcohol.....	37
3.9 EVALUACIÓN SENSORIAL	37
3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1 CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA.....	38
4.1.1 TRATAMIENTOS.....	39
4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN	39
4.2.1 SÓLIDOS SOLUBLES.....	39
4.2.2 PH.....	41
4.2.3 ACIDEZ TITULABLE.....	43
4.2.4 COLOR.....	45
4.3 CRECIMIENTO MICROBIANO.....	51
4.3.1 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LEVADURAS EN PLACA	53
4.4 DESTILACIÓN.....	53
4.4.1 GRADO DE ALCOHOL.....	54
4.5 ANÁLISIS SENSORIAL.....	55
4.6 MARIDAJE	58
5 CONCLUSIONES	60
6 RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	70

ANEXOS

ANEXO A. Determinación de la Acidez Titulable.....	66
ANEXO B. Medios de Cultivo Utilizados.....	67
ANEXO C. Extracción Soxhelt	68
ANEXO D. Determinación del Grado de Alcohol Formula de Gay Lussac	69
ANEXO E. Etiquetas y Fotos del Vino de Naranja.....	70
ANEXO F. Formato para el Análisis Sensorial y Maridaje a Nivel de Consumidor para Zumo de Naranja	71
ANEXO G. Resultados Obtenidos del Programa Estadístico Statgraphic Evaluación de Parámetros Físico-químicos	75
ANEXO H. Tablas de conteo de levaduras en placa para la bebida fermentada de naranja .	83
ANEXO I. Resultados Obtenidos del Programa Estadístico Statgraphic Prueba Sensorial y Maridaje en Tratamiento 2 – 11 días	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Área plantada de diferentes cultivos en el país, su participación y variación entre el 2103 y 2014.....	15
Tabla 2: Producción de diferentes cultivos en Colombia entre el 2013 y 2014.....	17
Tabla 3. Parametros fisico-quimicos de la naranja.....	21
Tabla 4. Principales productores a nivel mundial de naranja	22
Tabla 5. Requisitos especificos de los vinos de frutas (NTC 708).....	24
Tabla 6. Tratamientos propuestos para la fermentación de la naranja	32
Tabla 7. Materia prima involucrada en ambos procesos fermentativos	39
Tabla 8. Variación de los sólidos solubles en naranja para el Tratamiento 1.....	40
Tabla 9. Variación de los sólidos solubles en naranja para el Tratamiento 2.....	40
Tabla 10. Variación de pH en el tratamiento 1	41
Tabla 11. Variación de pH en el tratamiento 2.....	43
Tabla 12. Variación de la Acidez Titulable en tratamiento 1	40
Tabla 13. Variación de la Acidez Titulable en tratamiento 2.....	40
Tabla 14. Volumen obtenido en la destilación.	54
Tabla 15. Grados alcohólicos	55
Tabla 16. Atributos Evaluados	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Producción mundial de naranja.....	14
Figura 2. Morfología de la Naranja	21
Figura 3. Curva de crecimiento microbiano.....	28
Figura 4. Métodos para determinación de células viables.....	29
Figura 5. Extracción del zumo de naranja	31
Figura 6. Tanques de fermentación del zumo de naranja.....	32
Figura 7. Refractómetro digital PR-201 α – ATAGO	27
Figura 8. Potenciómetro Starter 5000 – OHAUS.....	34
Figura 9. Colorímetro CR-410 HEAD – KONIKA MINOLTA	35
Figura 10. Destilador Soxhlet.....	37
Figura 11. Claridad o luminosidad del tratamiento 1	45
Figura 12. Claridad o luminosidad del tratamiento 2	45
Figura 13. Coordenada a* para el tratamiento 1.....	46
Figura 14. Coordenada a* para el tratamiento 2.....	46
Figura 15. Coordenada b* para el tratamiento 1	47
Figura 16. Coordenada b* para el tratamiento 2	47
Figura 17. Cromo C* para el tratamiento 1	48
Figura 18. Cromo C* para el tratamiento 2	49
Figura 19. Tonalidad (H*) para tratamiento 1.....	50
Figura 20. Tonalidad (H*) para tratamiento 2.....	50
Figura 21. Curva de crecimiento de levaduras en tratamiento 1 de Naranja	51
Figura 22. Curva de crecimiento de levaduras en tratamiento 2 de Naranja	52
Figura 23. Crecimiento de Levaduras aisladas de bebidas fermentadas de naranja en agar YGC	54
Figura 24. Medias del % Alcohol de tratamiento 1 y 2.....	54
Figura 25. Diagrama radial de los atributos evaluados	56
Figura 26. Maridaje de vino de naranja con diferentes alimentos (Me gusta)	59
Figura 27. Agua de peptona – Merck KGaA.....	70
Figura 28. YGC-AGAR (agar extracto de levadura-glucosa-clorafenicol) – Merck KGaA	70
Figura 29. Extracción Soxhlet	71

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la producción de vinos de naranja (*Citrus Sinensis*) en dos tratamientos distintos mediante el proceso de fermentación con levadura *Saccharomyces cerevisiae* (erbslöh oenoferm color). En un tratamiento se realizó chaptalización y con un tiempo de fermentación 11 días (T2), el otro tratamiento se realizó para fermentar únicamente con los azúcares propios de la fruta y en un periodo de 6 días (T1), ambos tratamientos se realizaron por duplicado.

La fermentación se llevó a cabo durante los tiempos antes mencionados en los cuales se evaluaron parámetros fisicoquímicos como: Sólidos solubles (°Brix); pH, la acidez en porcentaje de ácido cítrico y color. Para los análisis microbiológicos se realizó diluciones seriadas y siembra en profundidad para el conteo en placa de levaduras.

Los tratamientos 1 y 2 se realizaron en dos tanques representando el análisis de la muestra por duplicado, con el fin de reducir la incertidumbre y obtener valores más representativos, el producto obtenido de T1 para °Brix fue de $4,05 \pm 0,1$, pH $4,79 \pm 0,01$, acidez en porcentaje de ácido cítrico de $0,99 \pm 0,04$ y 12,1% de grados de alcohol. Mientras que el producto generado de T2 en el que se chaptalizó presentó °Brix $11,83 \pm 0,16$, pH $3,73 \pm 0,002$, acidez en porcentaje de ácido cítrico de $4,49 \pm 0,03$ y 12,5% de grados de alcohol.

El volumen de alcohol se determinó por medio de destilación y el grado de alcohol de las bebidas, mediante la fórmula Gay-Lussac. Finalmente se realizó una prueba sensorial a 30 jueces consumidores no entrenados con el fin de medir el nivel de aceptación de las bebidas.

Para medir el grado de aceptación de la bebida fermentada, en la prueba sensorial se calificaron 5 atributos (color, aroma, cuerpo, equilibrio y regusto), donde le dieron valores a cada uno según las instrucciones dadas para la realización del mencionado análisis, el atributo que tuvo mayor relevancia según los resultados ofrecidos por los jueces fue el color, ya que fue determinante para medir el grado de aceptación que logro cada tanque.

Para la realización del maridaje se buscó armonizar ciertos alimentos con la bebida fermentada, los jueces que probaron cada combinación y calificaron según el criterio de buscar realzar el placer de la degustación.

La combinación de la bebida fermentada y el queso maduro fue el maridaje que obtuvo el mayor éxito, un comportamiento según información suministrada por diferentes autores nombrados en esta investigación.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the production of orange wines (*Citrus Sinensis*) in two different treatments through the fermentation process with yeast *Saccharomyces cerevisiae* (erbslöh oenoferm color). In one treatment, chaptalization was carried out with a fermentation time of 11 days (T2), the other treatment was performed to ferment only with the fruit's own sugars and in a period of 6 days (T1), both treatments were performed in duplicate,

Fermentation was carried out during the aforementioned times in which physicochemical parameters were evaluated as: Soluble solids ($^{\circ}$ Brix); PH, acidity in percentage of citric acid and color. For microbiological analyzes, serial dilutions and deep seeding were performed for yeast plate counting.

Treatments 1 and 2 were performed in two tanks representing the analysis of the sample in duplicate, in order to reduce uncertainty and obtain more representative values, the product obtained from T1 for $^{\circ}$ Brix was 4.05 ± 0.1 , PH 4.79 ± 0.01 , acidity in percent of citric acid of 0.99 ± 0.04 and 12.1% of alcohol degrees. While the product generated from T2 in which it was chaptalized presented $^{\circ}$ Brix 11.83 ± 0.16 , pH 3.73 ± 0.002 , acidity in percentage of citric acid of 4.49 ± 0.03 and 12.5% of Degrees of alcohol.

The volume of alcohol was determined by means of distillation and the degree of alcohol of the drinks, by means of the formula Gay-Lussac. Finally, a sensory test was conducted on 30 untrained consumer judges in order to measure the level of acceptance of the drinks.

In order to measure the degree of acceptance of the fermented drink, 5 attributes (color, aroma, body, balance and taste) were scored in the sensory test, where they gave values to each one according to the instructions given for carrying out the analysis. Attribute that had more relevance according to the results offered by the judges was the color, since it was determinant to measure the degree of acceptance that each tank achieves.

For the realization of the marriage was sought to harmonize certain foods with the fermented drink, judges who tested each combination and qualified according to the criterion of seeking to enhance the pleasure of tasting.

The combination of the fermented drink and the mature cheese was the pairing that obtained the greatest success, a behavior according to information provided by different authors named in this research.

INTRODUCCION

A nivel mundial la producción de naranjas se distribuye en más de 140 países, donde la mayor parte del cultivo crece a cada lado de un cinturón alrededor del Ecuador, 35 °N y 35 °S, cubriendo las áreas tropicales y subtropicales del mundo. Durante la última década, se ha dado un gran paso en la industria de los cítricos. Además, es considerado como uno de los cultivos más rentables, con un amplio nicho en el comercio mundial (Srivastava y Singh, 2009), el cual se encuentra diferenciado en dos renglones: el primero destaca el comercio de frutos en fresco y el segundo los productos procesados, destacándose el jugo de naranja (Orduz, 2007).

Colombia posee cerca de 62.000 hectáreas cultivadas con especies cítricas, las cuales se encuentran distribuidas por casi la totalidad del territorio nacional, principalmente en altitudes que van de 0 a 700 msnm. La producción de cítricos está principalmente destinada al mercado en fresco; la naranja y el tangelo son empleadas para la producción de jugo, mientras que las mandarinas son consumidas en fresco. El mercado nacional de vino de frutas tropicales es conocido solo en ciertos sectores del país, teniendo aun poca acogida entre la población; sin embargo, se encuentra en crecimiento y expansión produciendo vinos de mejor calidad. El surgimiento de estos productos se ve favorecido por la diversidad de frutas producidas en Colombia.

Dentro de la dinámica de innovación para la obtención de nuevos productos alimenticios, en el presente estudio se propone evaluar el proceso de fermentación alcohólica en zumo de naranja empleando la levadura *Sacharomyces Cerevisiae* var *Bayanus*. A través de diferentes tiempos de fermentación, se monitorean parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Al final y después de un corto proceso de maduración se realiza el análisis sensorial.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El Huila es un departamento productor de diversas frutas, las cuales se consumen en fresco o mínimamente procesadas. Teniendo en cuenta este potencial, se considera necesario explorar la conformación de diferentes agroindustrias, entre ellas la obtención de bebidas fermentadas a base de naranja y así, proporcionar un valor agregado.

De esta manera, implementando la metodología empleada en la elaboración de vinos de uva, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Es viable la obtención de una bebida fermentada a base de naranja empleando *Saccharomyces Cerevisiae* var. *Bayanus*, una cepa específica para vino tinto?

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

El comercio y producción mundial de la naranja registran incrementos en los últimos años. Sin embargo, entre el 2013 y 2014, se registró una producción de 69000 y 59600 miles de toneladas, respectivamente (Figura 1). Entre los principales países productores de cítricos se encuentran Brasil, EE. UU, España, China e India, siendo Brasil el primer productor de naranjas registrado en el 2010 con 19.81 millones de toneladas, a pesar de su reducción en área sembrada del cultivo (FAO, 2012). También según la FAO, la superficie sembrada en plantas de naranja para el año 2012 alcanzó los 3.8 millones de hectáreas.

Se destinan 9,4% de la producción mundial a mercados internacionales de fruta fresca, según cifras del centro de comercio internacional, se evidencio un mercado de 6,9 millones de toneladas en el año 2013, siendo Alemania el primer importador de naranja con un 8,1% y para exportación, se alcanzó un volumen de 7 millones de toneladas registradas en el 2013; el principal exportador de naranja es Europa, siguiendo España con un 25,9% de participación mientras que en América se destaca EE. UU con un 9,9% (Bravo, 2014).

Figura 1: Producción mundial de naranja.



Fuente: <http://es.statista.com/estadisticas/508983/produccion-mundial-de-naranjas/>

Para Colombia, según la ENA (Encuesta Nacional Agropecuaria – 2014) se registra un área total plantada de 1.517.407 ha en cultivos permanentes y frutales, de los cuales el 10,9% representa los frutales. Para la naranja se encuentra un área plantada de 36.654 ha como se ve en la Tabla 1, la cual representa un 8% de los frutales plantados reportados y una producción de 34.409 toneladas con una participación del 14,5% de la producción y una variación del -6,6 registrado entre el año 2013-2014 observado en la tabla 2 (DANE, 2015).

Tabla 1: Área plantada de diferentes cultivos en el país, su participación y variación entre el 2103 y 2014.

CULTIVO	AREA PLANTADA (ha)			
	2013 HECTAREAS	2014 HECTAREAS	PARTICIPACION %	VARIACION 2014/2013 (%)
Total 22 departamentos	1.422.953	1.517.407	100	6.6
Total permanentes	1.276.198	1.352.040	89.1	5.9
Banano consumo interno	20.365	21.254	1.4	4.4
Caña panelera	171.203	172.273	11.4	0.7
Naranja	36.805	36.654	2.4	0.4
Café	728.531	756.195	49.8	3.8
Plátano	197.144	245.576	16.2	24.6
Cacao	96.789	93.763	6.2	3.1
Mango	25.362	26.226	1.7	3.4
Total frutales	146.756	165.367	10.9	12.7
aguacate	41.742	54.788	3.6	31.3
tomate de árbol	6.425	8.107	0.5	26.2
Mora	4.939	8.015	0.5	62.3
papaya	5.371	8.029	0.5	49.5
Piña	7.706	9.340	0.6	21.2
maracuyá	8.451	6.752	0.4	20.1
guanábana	5.516	5.008	0.3	9.2
Lulo	8.372	11.547	0.8	37.9
demás frutales	58.233	53.781	3.5	7.6

Fuente: DANE-ENA (2013-2014).

Tabla 2: Producción de diferentes cultivos en Colombia entre el 2013 y 2014.

FRUTAL DISPERSO	AÑO 2013		AÑO 2014	
	TONELADAS	PARTICIPACION%	TONELADAS	PARTICIPACION %

TOTAL 22 DEPARTAMENTOS	260.534	100	236.505	100
PLATANO	117.958	45.3	96.233	40.7
NARANAJA	36.859	14.1	34.409	14.5
LIMON	10.397	4.0	14.151	6.0
AGUACATE	17.424	6.7	13.654	5.8
MANGO	30.495	11.7	31.205	13.2
GUAYABA	8.114	3.1	9.462	4.0
BANANO	15.088	5.8	8.890	3.8
MANDARINA	15.734	6.0	17.670	7.5
GUANABANA	2.554	1.0	5.840	2.5
COCO	4.072	1.6	2.104	0.9
CIRUELA DOMESTICA	695	0.3	1.191	0.5
PITAHAYA	22	0.0	65	0.0
GRANADILLA	42	0.0	29	0.0
OTROS FRUTALES DISPERSOS	501	0.2	405	0.2

Fuente: DANE-ENA (2013-2014).

La definición de vino de frutas según el ICONTEC, es el producto obtenido de la fermentación alcohólica normal de mostos de frutas frescas y sanas, sometido a la misma elaboración del vino de uva. Según la OIV (Organización Internacional de la Viña y el Vino) la superficie ocupada por viñedos se mantiene entre los años 2013 y 2014; sin embargo, en China y América se registra un aumento, mientras que en Australia disminuye. Con respecto a la producción se registra 275,7 millones de hectolitros, siendo Italia el primer productor con una cantidad de 48,9 millones de hectolitros. En América, encabeza la producción EE. UU con 22,1 millones de hectolitros (OIV, 2015).

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), define a través de la NTC 708, los requisitos específicos de los vinos de frutas, fijando parámetros que permiten enmarcar las características de vinos provenientes de frutos diferentes a la uva, teniendo en cuenta la heterogeneidad físico-química y biodiversidad de los frutos producidos en Colombia (NTC, 2000).

En relación al consumo de vino se registró una disminución respecto al año 2013. Aunque, en países como EE. UU se caracterizó por ser el mayor consumidor (WINES FROM SPAIN, 2015). A nivel nacional, el consumo de vino ha aumentado de manera considerable, teniendo en cuenta su disminución en precios debido a la reforma tributaria del 2002 que establecía el IVA de acuerdo a su contenido de alcohol. Sin embargo, en comparación con otras bebidas alcohólicas, la cultura del vino aún es muy parca, en 2008 se registró un mercado de \$188

millones, el principal importador es Chile con 54,28% en el 2010. Con respecto a la producción, el panorama no es muy alentador puesto que las condiciones para el cultivo de la vid no son las requeridas para la obtención de un vino de calidad según los parámetros establecidos (ICEX, 2005).

Por otra parte, en Colombia se está implementando a nivel artesanal vino de frutas tropicales, aprovechando la diversidad de frutas que se cultivan en el país. Teniendo en cuenta las características y propiedades organolépticas que tiene la naranja, y considerando la alta demanda a nivel nacional, se escogió esta fruta cítrica para evaluar la fermentación alcohólica del zumo inoculando *Saccharomyces Cerevisiae* var. *Bayanus*. De esta manera, se busca dar a conocer una alternativa en el desarrollo agroindustrial de las frutas tropicales.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar bebidas fermentadas a partir de zumo de naranja (*Citrus Sinensis*) y evaluar las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales en diferentes tiempos de fermentación.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar a través del tiempo pH, °Brix, acidez, color de cada tratamiento propuesto.
- Evaluar el crecimiento microbiano de *Saccharomyces Cerevisiae Var.Bayanus* durante el proceso de fermentación alcohólica en los tratamientos propuestos.
- Realizar una prueba sensorial de grado de satisfacción de la bebida fermentada de naranja.
- Determinar el grado de alcohol de cada bebida fermentada.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 EL CULTIVO DE NARANJA (*Citrus Sinensis*)

La naranja es un cultivo permanente adaptable a diversas condiciones climáticas, facilitando su producción en un gran número de países, aunque las regiones productoras por excelencia han sido localizadas en el continente americano y en el occidente del continente europeo.

Las zonas productoras de cítricos en Colombia presentan temperaturas entre 23 °C y 34 °C, y pluviosidad entre 900 y 1.200 mm año⁻¹, los cultivos de cítricos se encuentran dispersos

por todo el país desde los 0 hasta los 2.200 msnm, con condiciones de clima, suelos, infraestructura y características socioeconómicas muy diversas, que dan origen a diferentes sistemas de producción.

La naranja es la fruta más común del género *Citrus* spp., y la más conocida en el ámbito mundial. Algunas variedades de naranja son Lerma, Salerma, Hamlin, Valle Washington, Ruby, Rico 6, Valencia, común y ombligona, las tipo Navel, Navelate, Washington Navel, Navelina, Newall y Lane Late, cuyo fruto es de tamaño medio a grande, de extraordinaria calidad y sin semillas, las tipo Sanguinelli, con fruto de tamaño pequeño a mediano y alargado, con pocas o ninguna semilla y con excelente sabor; las naranjas tipo Salustiana, con fruto mediano a grande, con elevado contenido en zumo, sabor muy dulce y prácticamente sin semillas, y la naranja variedad Valencia, con fruto mediano a grande, elevado contenido en zumo ligeramente ácido y prácticamente sin semillas.

Su jugo es ácido y aromático y se obtiene de las vesículas septos y ejes del fruto, siendo una gran fuente de vitaminas A y C y de minerales como el calcio, magnesio y potasio (Espinal C *et. Al* 2005).

2.1.1 Origen y botánica

La naranja Valencia, *Citrus sinensis* (L. Osbeck), es una especie que pertenece a la familia Rutaceae, subfamilia Aurantoideae, género *Citrus*, el cual se divide en los subgéneros *Citrus* y *Papeda*, con la diferencia que este último presenta gotas agrias de aceite en las vesículas de la pulpa. La mayoría de las especies conocidas pertenecen al subgénero *Citrus*.

Las naranjas son originarias de algunas zonas de la India, China, el norte de Australia, y Nueva Caledonia. Así mismo su origen se sitúa en Asia oriental, concretamente en la zona que corre desde de la vertiente meridional del Himalaya, hasta China meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia. Respecto a su distribución mundial, el cultivo de cítricos se encuentra inserto en las regiones tropicales y subtropicales, comprendidas entre los paralelos 44° N y 41° S, pero la mayor producción se concentra entre las latitudes de los 20° hasta los 40° (Agustí, 2003).

2.1.2 Características morfológicas del fruto de naranja.

2.1.2.1 Morfología.

El fruto tiene un diámetro de 6 a 10 centímetros. Las naranjas son de los frutos de menor tamaño del género *Citrus* de la familia de las rutáceas. Su peso está entre los 150 hasta 200 gramos sin piel, además las naranjas tienen forma de esfera y chatas por los polos. La cáscara de la naranja es muy coloreada, puede ser lisa o rugosa, pero dependiendo de la variedad, debajo de ella, tiene una segunda piel blanca que envuelve el fruto protegiendo la pulpa, la

cual es muy esponjosa y de un color anaranjado. La pulpa contiene entre 8 y 12 gajos alargados y curvos, estos proporcionan un abundante jugo de sabor dulce con matices ácidos, más o menos fuertes dependiendo de la variedad (Galindo & Maide, 2016).

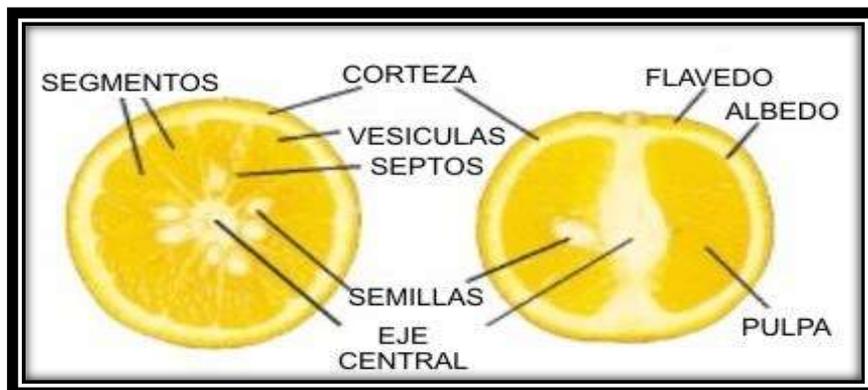
El fruto se divide en tres zonas, según (Agustí, 2003) la naranja se divide en:

Exocarpo o flavedo: la más externa (Figura 2) está formada por una epidermis que presenta pequeñas vesículas que contienen aceites esenciales, usados en colonias, aromatizantes, etc. Las células del exocarpo contienen cloroplastos, por lo que los frutos inmaduros son verdes. Durante la maduración se pierde clorofila dejando a la vista otros pigmentos coloreados, principalmente los carotenoides que son los responsables del color anaranjado del fruto y que además aumentan en contenido durante la maduración.

Mesocarpo o albedo: de aspecto esponjoso y de color blanco (Figura 2).

Endocarpo o pulpa: es donde se encuentran los sacos de zumo y las semillas (Figura 2). Los sacos de zumo o vesículas son estructuras alargadas que nacen en el endocarpo y se alargan hacia el interior del fruto hasta llenarlo por completo. Estas vesículas contienen ácidos orgánicos y azúcares, que junto con agua constituyen el zumo.

Figura 2: Morfología de la naranja.



Fuente: <http://www.tecnicoagricola.es/los-frutos-citricos-y-su-fisiologia/>

2.1.2.2 Características fisicoquímicas de la naranja:

En la tabla 3 se muestran los parámetros fisicoquímicos de la naranja.

Tabla 3: Parámetros fisicoquímicos de la naranja

Parámetros fisicoquímicos	Jugo pasteurizado a 94-96 °C durante 30 s	Jugo concentrado reconstituido a 11°Brix
pH	3,84	3,70
Sólidos solubles (°Brix)	11,2	11,0
Acidez(%ácido cítrico)	0,86	0,90
Ácido ascórbico(mg/100 ml jugo)	60,96	58,58
Azúcares totales(g/100 ml de jugo)	8,92	9,36
Nitrógeno amínico(mg/100 de jugo)	30,50	25,33
Flavonoides(hesperidina)(mg/100 ml)	100,94	110
Aceites esenciales (ml/100 ml jugo)	0,0006	0,0062

Fuente: (Ferreira, María, 2005)

2.1.3 Mercado:

Los principales productores de cítricos están ubicados entre los 20° y 40° de latitud N y S lo que se conoce como los cinturones cítricos. En el caso de la naranja, en las regiones subtropicales se produce más del 85% de la producción mundial, como se observa en la tabla 2, siendo los principales productores, Brasil (24%), China (11%), Estados Unidos (10%), India (7%), México (6%), e Indonesia, España, Irán e Italia suman el 7% del total (Spren T 2001).

En Colombia se reporta que para el año 2010 se cultivaban 62.409 ha de cítricos, de las cuales 36.943 ha eran de naranja, siendo 30.599 ha en monocultivo y 6.383 ha de cultivos asociados en especial con café. En el departamento del Meta se cultivaron 6.277 ha de naranja (Mateus, D. et, Al 2010); siendo la variedad más importante la Valencia con cerca del 90% del total.

Tabla 4: Principales productores a nivel mundial de naranja

PRODUCTOR	2011	2012	2013	2014
BRASIL	19,811	19,127	16,361	16,850
CHINA	5,900	6,900	7,000	7,600
E.E.U.U	8,079	8,148	7,573	6,783
INDIA	4,571	5,000	5,000	5,000
MEXICO	4,080	3,667	4,000	4,400

Fuente: FAO 2015.

2.2 BEBIDAS FERMENTADAS.

La producción de bebidas fermentadas ha sido una actividad ligada a la mayoría de las culturas durante milenios. En forma empírica los humanos aprendimos a encauzar las fermentaciones alcohólicas de diversos sustratos. Debido a la gran importancia de estos productos, la investigación científica y tecnológica relacionada con estas bebidas ha concentrado grandes esfuerzos desde el siglo pasado. Esta industria es, dentro de las industrias biotecnológicas, la de mayor importancia económica en el mundo, y los avances en el conocimiento que se han generado en su seno, se han extrapolado a muchas aplicaciones de la biotecnología y la tecnología de alimentos a lo largo de más de siglo y medio (García *et al*, 2004). El hombre las ha consumido persistentemente por los efectos que estas le ocasionan. Las bebidas fermentadas se elaboran a partir de zumos de frutas fermentados durante un tiempo, alcanzando un determinado grado alcohólico. Para la elaboración de estas bebidas se ha utilizado con mayor frecuencia la uva, mora, manzana, papa, alcanzando niveles elevados de consumo; sin embargo, las investigaciones evidencian que los consumidores están prestos a experimentar nuevos sabores, lo que se ha alcanzado mediante la mezcla de frutas no tan utilizadas en estos procesos (Lastra & Arias, 2008).

2.2.1 Clasificación de las bebidas alcohólicas

Dentro de la clasificación de las bebidas alcohólicas se tienen las bebidas fermentadas, las cuales se obtienen al actuar sobre un mosto levaduras, las cuales transforman el azúcar en alcohol mediante un proceso de fermentación. Las bebidas más características son según Vincent *et al*. (2006):

- *Sidra, elaborada a partir de manzana (3 a 9° de alcohol)*
- *Cerveza, elaborada a partir de malta de cebada (3 a 7° de alcohol)*
- *Vino, elaborada a partir mosto de frutas, especialmente de uva (7 a 20° de alcohol)*

- *Vermuts y aperitivos vínicos, elaborado a partir de vino blanco de uva aromatizado (16 a 17° de alcohol)*

2.3 VINO DE FRUTAS

Según la Norma Colombiana NTC 708, define los vinos de frutas de la siguiente manera: “El vino de frutas es el 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”. Según esta norma los vinos deben cumplir las especificaciones mostradas en la tabla 5.

Se entiende como vino exclusivamente al producto obtenido por fermentación del jugo uva. Es decir, que a pesar de que se pueden elaborar vinos de diversas frutas, estos deberán tener la asignación correspondiente a la materia prima de la cual fueron elaborados, y esta nomenclatura se ha adoptado en forma universal dada la gran importancia del producto alcohólico de la uva (García *et al.*, 2004).

Para la elección de las frutas, lo primero que exige la fabricación de vinos es que deben escogerse sanas y carnosas, antes de sazón para que conserven cierta consistencia principalmente las que son blandas y fundentes por naturaleza, si la fruta está muy madura se impregna de aguardiente afectando su sabor lo cual no resulta luego muy agradable al paladar. También se deben rechazar las frutas muy verdes y las que estén algo podridas, marchitas, agusanadas, etc., en una palabra, cuando presenten algún defecto. No todas las frutas son aptas para este objetivo, son preferibles las más sabrosas y perfumadas (Bernal L y Castro C., 2014).

Tabla 5. Requisitos específicos de los vinos de frutas (NTC 708)

Requisitos	Valores	
	Mínimo	Máxima
Contenido del alcohol en grados alcoholimétricos a 20°C	6	-
Acidez total expresada como ácido tartárico en g/dm ³ (libre de SO ₂ , CO ₂ y ácido sórbico)	3,5	10
Acidez volátil expresada como ácido acético en g/ dm ³ (libre de SO ₂ , CO ₂ y ácido sórbico)	-	1,2
Metanol en mg/ dm ³ de alcohol anhidro	-	1 000
Azúcares totales previa inversión expresados como glucosa, en g/dm ³		
-Seco		
-Semiseco	0	15
-Dulce	15,1	50
	50,1	-
Extracto seco reducido en g/dm ³	10,0	
Sulfatos expresados como sulfato de sodio, en g/dm ³		2,0
Cloruros expresados como cloruro de sodio, en g/dm ³		1,0
Anhídrido sulfuroso total en mg/dm ³		350
Ácido sórbico o sus sales de sodio o potasio en mg/dm ³ , expresado como ácido sórbico		150
Hierro expresado como Fe en mg/dm ³		8,0
Cobre expresado como Cu en mg/dm ³		1,0
Ph	2,8	4,0
Colorantes artificiales		negativo

Fuente: Norma Técnica Colombiana (NTC) 708.2008. Vino de frutas

2.3.1 Composición Química

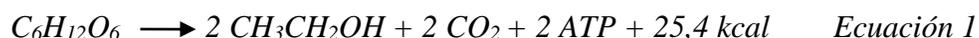
En cuanto a la composición química de los vinos de fruta, depende considerablemente de la especie de fruta, los factores climáticos, la fertilización, del origen, la edad, del momento en que se cosechó y, finalmente, de la situación de la región. La mayoría de los zumos de fruta, suelen presentar un contenido de azúcar que oscila entre 50 y 150 gramos por litro. Además de glucosa y fructosa, la mayoría de las frutas suelen contener cierta cantidad de sacarosa. Los ácidos predominantes son: ácido málico y ácido cítrico. Otros componentes importantes presentes en estas bebidas son las vitaminas, especialmente la vitamina C, de efecto antiescorbútico, y la vitamina A. Cabe mencionar además entre sus componentes muchos y variados componentes responsables del olor y sabor de cada vino (Ferreya, María, 2005).

2.3.2 Fermentación

La fermentación alcohólica es una de las etapas principales que transforman el mosto o zumo azucarado, en un líquido con un determinado contenido de alcohol etílico, a través de las levaduras en un ambiente anaerobio a temperatura de 20°C y se traduce por una disminución de la densidad del mosto.

En la fermentación alcohólica, el oxígeno necesario para oxidar carbono y obtener dióxido de carbono junto con etanol está contenido en la molécula de glucosa y esta conversión no requiere de oxígeno atmosférico. Al descomponerse la glucosa en alcohol etílico y dióxido de carbono, se desprende solo un 7,33% de la energía susceptible de recuperación. Desde el punto de vista energético este rendimiento es muy bajo, pero la compensa el hecho de que estas cortas cantidades de energía representan un verdadero capital productivo (Vincent *et al.* 2006).

Gracias a las levaduras presentes en el mosto, los azúcares son transformados mediante un cierto número de etapas en etanol y anhídrido carbónico, según la ecuación de Gay-Lussac (Ecuación 1).



La fermentación alcohólica va acompañada de la liberación de moléculas energéticas (ATP) – energía materialmente comprometida- puestas a disposición de las levaduras (Vincent *et al.* 2006).

Los seres humanos han aprovechado este proceso para elaborar diferentes alimentos como pan, cerveza, y vino. Las principales responsables de estas tres transformaciones son las

levaduras, entre las que se destacan la especie *Saccharomyces cerevisiae* (Tempeh info, 2008). Aunque se han llevado a cabo investigaciones con la bacteria *Zymomonas mobilis*, una bacteria Gram negativa utilizada para la fermentación alcohólica que presenta ventajas comparada con *S. cerevisiae*, tales como, su alto factor de conversión de sustrato a producto y la baja producción de células. Es una bacteria aislada inicialmente de vinos de palma, la cual crece en medios que contienen sacarosa, glucosa o fructosa (Caicedo, 2011).

Durante la Fermentación alcohólica, es necesario controlar el aumento de temperatura, ya que por encima de los 28 o 29°C, comienzan a producirse la volatilización de sustancias aromáticas; además las levaduras empiezan a morir, deteniéndose el proceso fermentativo (García, 2008). En la fermentación maloláctica (FML) una enzima media la descarboxilación de ácido L-málico en ácido L-láctico, esto se lleva a cabo por bacterias ácido lácticas pertenecientes principalmente a la especie *Oenococcus oeni*. Por lo general se produce después de la fermentación alcohólica (FA) y se sabe que mejora la calidad del vino a través de la desacidificación, además de la producción de sabores y aromas deseables y el aumento de la estabilidad bacteriana (Kunkee, 1984, 1991; Davis et al., 1985, 1988).

Las levaduras necesitan inicialmente oxígeno, sin embargo, al final de la fermentación hay que conseguir su presencia sea pequeña, para evitar la pérdida de etanol y la aparición en su lugar de ácido acético.

La principal finalidad de una fermentación alcohólica, es la producción de energía de tipo anaeróbica (con ausencia de oxígeno) para microorganismos como las levaduras, en el caso de ver el proceso desde la perspectiva microbiana, y desde la perspectiva humana, el proceso es de tipo bioquímico, con la finalidad de producir etanol (Méndez, 2000).

2.3.2.1 Chaptalización ó Sacarización

El proceso de chaptalización de los vinos consiste en la adición de azúcares en alguna fase de la fermentación para reforzar el porcentaje de alcohol que contiene, cuando sea necesario. Cuando las uvas no llegan a madurar lo suficiente, o cuando la región en la que se cultiva no dispone de suficientes horas de sol como para que la uva abrigue buena cantidad de azúcar, es posible conseguir el grado óptimo de alcohol si se le añade azúcar procedente, por lo general, de la remolacha o de la caña. Es un proceso que no forma parte de las prácticas enológicas reconocidas por la OIV (organización internacional de la viña y el vino) y que rechazan algunos países importantes, entre ellos Estados Unidos, Italia y España (en donde es una práctica prohibida), de uso común en países fríos como Alemania o el norte de Francia

donde se artificializa en exceso el ya complejo sistema de fermentación del vino y enmascara sabores, texturas y aromas (Clavel, 2007).

2.4 ANALISIS MICROBIOLOGICO

Con el paso del tiempo, se han ido desarrollando tecnologías para el análisis de alimentos, siendo necesario mantener una alta calidad y conservación después del procesamiento, evitando el crecimiento de microorganismos patógenos. El análisis microbiológico permite cuantificar los microorganismos presentes en el alimento sin garantía alguna de identificación de los mismos (López & Avendaño, 2000).

Es un proceso realizado para hacer un seguimiento a la fermentación alcohólica y evitar contaminaciones a lo largo de cada fase; aplicable a la producción de diferentes alimentos que incorporan crecimiento microbiano tales como vino, sidras, quesos, etc. (Bernal L y Castro C., 2014).

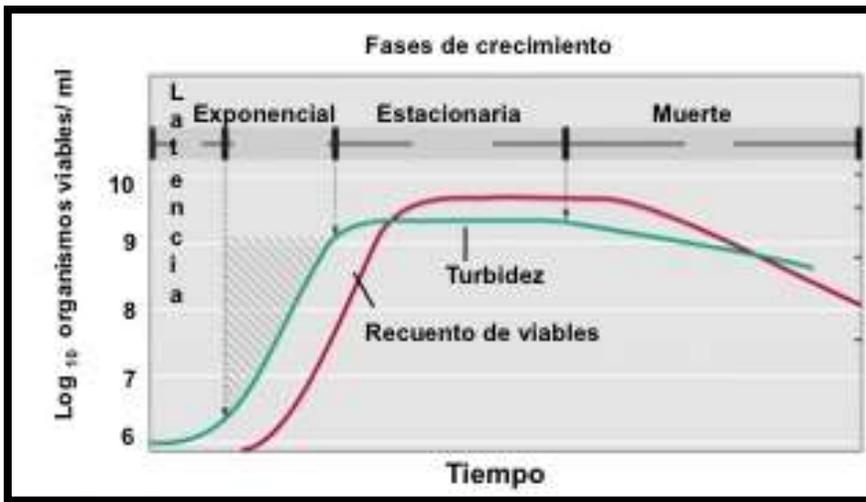
2.4.1 CRECIMIENTO MICROBIANO

Para un óptimo desarrollo microbiológico, se debe conseguir un medio adecuado para el crecimiento, proporcionando los nutrientes adecuados. El crecimiento microbiano se puede observar de dos maneras: individual o por población; para el análisis de una población de microorganismos se definen la velocidad de crecimiento, aumento de células en un tiempo determinado y tiempo de generación, que es el tiempo que tarda en crecer esa población. El tiempo de generación se divide en cuatro posibilidades: exponencial, sistemas cerrados, cultivo continuo y diauxico. Para las levaduras el tiempo de generación es la reproducción celular exponencial (Apella C & Araujo Z. 2005).

2.4.2 CURVA DE CRECIMIENTO

Para un sistema cerrado y de crecimiento exponencial, la curva de crecimiento (Figura 3) se divide en cuatro fases: fase de latencia, fase exponencial, fase estacionaria y fase de muerte. La expresión de los logaritmos del número de células frente al tiempo nos representa gráficamente el crecimiento.

Figura 3: Curva de crecimiento microbiano.



Fuente: Diversidad Microbiana y Taxonomía. Manuscrito inédito, Universidad de Granada, España.

- 1) **FASE DE LATENCIA:** periodo de adaptación del microorganismo al medio, es la fase en que no hay un incremento de células si no una actividad metabólica alta. Debido a la cantidad de nutrientes en el medio, el tamaño y peso de las células van a aumentar (Carlos Navarro 2011).
- 2) **FASE EXPONENCIAL:** periodo en el cual la velocidad de reproducción de células va a llegar al punto máximo, se presenta un consumo acelerado de nutrientes y el tiempo de generación va hacer mucho menor. El aumento de población celular permite el estudio del comportamiento de la cepa inoculada (Apella C & Araujo Z. 2005).
- 3) **FASE ESTACIONARIA:** etapa en la cual el número de células que se reprodujeron intentan permanecer constante con los nutrientes aún existentes en el medio. Esta fase se conoce como la producción y rendimiento, puesto que se llega al máximo de la capacidad del medio y se intenta que permanezcan vivas el mayor tiempo posible con lo que el medio les provee (Carlos Navarro 2011).
- 4) **FASE DE MUERTE:** después de haberse consumido los nutrientes incorporados en el medio y sin añadir más, las células continúan metabolizando, pero inician su fase de deceso, mostrando un comportamiento lineal con respecto al tiempo (Carlos Navarro 2011).

2.4.3 RECUENTO DE CELULAS VIABLES

Una célula viable es aquella capaz de reproducirse y formar colonias. La inoculación de células en un medio de cultivo para poder realizar un seguimiento a su crecimiento se puede realizar de dos maneras: por superficie o extensión, en profundidad o vertido en placa (Figura 4). El método de superficie consiste en colocar un pequeño volumen de la muestra sobre la superficie del medio en la placa y distribuirlo con el asa. A diferencia del método en

profundidad, que requiere colocar el pequeño volumen de la muestra primero, para agregar el medio de cultivo a la placa después y homogenizar. Ambos métodos requieren incubación a una temperatura requerida para poder visualizar las unidades formadoras de colonias (UFC) obtenidas (Alonso & Poveda, 2008).

Figura 4: Métodos para determinación de células viables.



2.5 ANALISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se define como la caracterización organoléptica que le da cada persona a la muestra cuando realiza la cata o degustación del mismo, caracterizando los aspectos más sobresalientes en aroma, color, sabor, regusto; agregando descripciones físicas percibidas por los sentidos (Cubo L. & Bosio I., 2010).

Para realizar una correcta descripción del vino, se debe tener en cuenta aspectos relevantes que pueden alterar la percepción en cada catador o degustador, entre ellos se encuentra el lugar a realizar la cata, la hora del día, diferentes olores (perfumes, comidas, etc.) que se puedan percibir en el lugar y en la persona, cantidad de luz y colores en el ambiente (preferiblemente lugares neutros), un lugar limpio y aseado (Cubo L. & Bosio I., 2010).

2.5.1 PRUEBAS AFECTIVAS

Son pruebas realizadas por personas que conocen el producto o lo han comprado alguna vez, se requiere un mínimo de 30 jurados para obtener una muestra representativa, aunque son pruebas con un margen de error ya que los resultados están sometidos a los gustos y definiciones proporcionados por cada jurado (Bernal C. & Castro D., 2014).

2.5.1.1 PRUEBAS DE MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN

Estas pruebas se pueden dividir en dos tipos: analíticas y de consumidores; las analíticas miden detenidamente los rasgos descriptivos de la bebida mientras que la prueba de consumidores tiene en cuenta la preferencia de cada persona en la aceptación del producto en una escala hedónica (Anzaldúa, 1994).

2.5.1.2 ESCALAS HEDONICAS

Es el valor de satisfacción que le da cada consumidor a lo que está evaluando, en la escala siempre habrá un punto neutro “ni me gusta/ni me disgusta” del cual se partirá para establecer la satisfacción o insatisfacción con el producto. Son pruebas usadas frecuentemente para lanzar productos al mercado; sin embargo, esto no garantiza que el producto vaya a tener una excelente acogida. Las personas escogidas para esta evaluación son parte de la población a la cual va dirigida el producto (Anzaldúa, 1994).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Selección de materia prima

La naranja se adquirió en el centro de abastos de la ciudad de Neiva “Surabastos”. Se seleccionaron frutos en estado de madurez hortícola, una cantidad de 120 kilogramos de naranja sweety (*Citrus Sinensis*) para cada proceso.

3.1.1 Lavado

Las frutas fueron lavadas con agua potable para eliminar impurezas y material que pudiera contaminar el zumo a la hora de extracción. De igual manera los implementos utilizados para el corte, extracción y colado.

3.1.2 Extracción del zumo.

Se realizó el proceso de extracción del zumo (figura 5) con un exprimidor de naranja, pasando el zumo por un colador antes de agregar al tanque de fermentación de 30 L, obteniendo finalmente 20 litros de zumo para cada tanque.

Figura 5. Extracción del zumo de naranja.



3.1.3 Preparación del mosto:

Para cada tratamiento se obtuvieron 40 litros de zumo de naranja, los cuales se distribuyeron en dos tanques correspondiendo al duplicado. Cabe señalar que dichos tratamientos se trabajaron en diferentes fechas.

3.2 FERMENTACION:

El proceso de fermentación se realizó en tanques de plástico de 30 litros cada uno (figura 6), los cuales tienen una válvula en la parte inferior y una trampa de aire en la tapa. La primera, facilitó la toma de muestras a los diferentes tiempos y la segunda garantizó que en el proceso de fermentación no ingresará oxígeno atmosférico y permitió la salida de CO₂ generado en la fermentación alcohólica. Se agregó una cantidad de 5.6 gramos de levadura *Saccharomyces Sereviceae* var. *Bayanus* (Erbslöh Oenoferm Color). Este proceso se realizó por duplicado durante 6 y 11 días (Tratamiento 1 y 2) (Tabla 6), a una temperatura ambiente de la ciudad de Neiva.

Tabla 6. Tratamientos propuestos para la fermentación de naranja

Tratamiento	Tanque	Fermentación (Días)	Chaptalización
1	1	6	No
	2		
2	1	11	Si
	2		

Figura 6. Tanques de Fermentación del zumo de naranja.



3.3 CLARIFICACIÓN:

El método que se utilizó para lograr la decantación de sólidos en suspensión del zumo de naranja fue la adición de gelatina sin sabor, en una cantidad de 7 gramos por cada litro de zumo de naranja. Una vez agregada la cantidad adecuada, se homogenizó y se dejó en reposo por 24 horas.

3.4 EMBOTELLADO:

Se procedió a verter la bebida clarificada en botellas oscuras, las cuales se lavaron y desinfectaron previamente. El vertido en las botellas se llevó a cabo por diferencia de alturas. Finalmente, se encorcho.

3.5 MADURACIÓN:

El proceso de maduración de la bebida fermentada de naranja se llevó a cabo en botellas en un tiempo de 60 días para ambos procesos. Teniendo la precaución de almacenarlas en posición horizontal para garantizar que la bebida cubra el corcho en el interior y así evitar el ingreso de oxígeno al interior de la botella.

3.6 DETERMINACION DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS

Los parámetros físico-químicos se monitorearon cada 24 horas para ambos tratamientos.

3.6.1 Solidos Solubles: Este parámetro se determinó mediante medición directa con el refractómetro digital PR-201 α marca ATAGO (figura 7), por el método del refractómetro (AOAC-932.12), previamente calibrado con agua destilada, colocando una pequeña muestra del mosto se efectuó la lectura por triplicado para ambos procesos durante el tiempo de fermentación de cada uno.

Figura 7. Refractómetro digital PR-201 α - ATAGO



3.6.2 pH: Para la medición del pH se contó con un potenciómetro digital Starter 5000 marca OHAUS (figura 8), por el método del potenciómetro (AOAC-981.12), previamente calibrado con buffer pH 7 y buffer pH 4, se tomaron 5ml de la bebida fermentada a base de naranja en la cual se tomó la lectura por triplicado para ambos tratamientos, con un seguimiento de 24 horas durante el tiempo de fermentación.

Figura 8. Potenciómetro Starter 5000 - OHAUS



3.6.3 Porcentaje de Acidez: Se determinaron los cambios de acidez expresados en porcentaje de ácido cítrico el cual es el ácido predominante mediante el método AOAC-942.15. La determinación se hizo por titulación con una solución valorada de hidróxido de sodio 0.1N, depositando 5 ml del zumo en un vaso de precipitado y adicionando 3 gotas de solución de fenolftaleína, se registró el volumen gastado en la bureta y se calculó mediante la ecuación 2, el porcentaje de ácido expresado.

Ecuación 2:

$$\%ACIDEZ = NaOH\ 0,1N * ml\ de\ NaOH\ usados * 6$$

3.6.4 Color:

Para determinar este parámetro se utilizó un colorímetro móvil CR-410 HEAD de marca KONICA MINOLTA (figura 9), tomando muestras del zumo de naranja cada veinticuatro horas en cada uno de los tanques para poder medir el comportamiento del color del zumo de naranja a través del tiempo y observar como a la fermentación del zumo de naranja genera un efecto sobre el color del mismo.

Figura 9. Colorímetro CR-410 HEAD – KONICA MINOLTA.



El espacio de color $L^*a^*b^*$ (también llamado CIELAB) es actualmente uno de los espacios más populares para medir el color de los objetos y se utiliza ampliamente en casi todos los campos. En este espacio, L^* indica luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas de cromaticidad. a^* y b^* indican direcciones de colores: $+a^*$ es la dirección del rojo, $-a^*$ es la dirección del verde, $+b^*$ es la dirección del amarillo y $-b^*$ es la dirección del azul. El centro es acromático; a medida que los valores de a^* y b^* aumentan y el punto se separa del centro, la saturación del color se incrementa (Berzosa, I. 2016).

El croma es el atributo de la percepción visual conforme al que un área parece saturada respecto a un determinado color o tonalidad, en otras palabras, el croma es un vector que se proyecta sobre el plano a^* , b^* ó sea que es la distancia entre el centro y el punto proyectado, también es bueno mencionar que el croma tiene valores de 0 para estímulos acromáticos y no pasa de 150 que es el valor para monocromáticos (Arrobas, B. G. 2012).

La forma de calcular el croma se muestra en la siguiente ecuación:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad \text{ecuación 3}$$

El tono o tonalidad (H^*) se expresa en grados que van de 0° (inclusive) a 360° (excluido). Se calcula en radianes primeramente debido a la ecuación ya que la hace más cómoda, se pasan a grados multiplicando por $180/\pi$. Este parámetro sirve para medir dos muestras llamadas A y B que tienen una tonalidad por ejemplo de 1 y 358 respectivamente, significa que la diferencia en el ángulo de tonalidad es de sólo 3° , por lo que se puede considerar que estas muestras presentan solo pequeñas diferencias de tonalidad. Este parámetro es debido especialmente a pigmentos amarillos que absorben la luz a diferentes longitudes de onda. (Sari, F.C.S. 2007)

La ecuación para calcular el tono (H^*) es la expresada a continuación:

$$H^* = \arctg(b^* / a^*)$$

3.7 Determinación de parámetros microbiológicos:

El crecimiento de las levaduras en agar YGC fue monitoreado a las 24 horas.

3.7.1 Preparación de diluciones seriadas.

Para las diluciones seriadas se empleó agua de peptona (Anexo B), Según indicaciones para su uso, se tomó 25,5 gr de agua de peptona por cada litro de agua destilada y se homogenizó. Con el uso de una bureta se adiciono a cada tubo de ensayo una cantidad de 9 ml, se tapó y se llevó a autoclave a 121°C, durante 15 minutos, transcurrido este proceso se dejó atemperar y se realizaron las diluciones correspondientes para la siembra.

3.7.2 Preparación de medio de cultivo

En la siembra se realizó el cultivo en placa, en medio selectivo para levaduras YGC-AGAR (agar extracto de levadura-glucosa-clorafenicol) (Anexo B), para la obtención final del medio de cultivo se tuvo en cuenta las siguientes indicaciones: se pesaron en una balanza 40 gramos del medio por cada litro de agua destilada y se agitó manualmente en un Erlenmeyer hasta homogenizar, se llevó a autoclave a 121°C durante 15 minutos, después se dejó atemperar a 45°C en baño maría.

3.7.3 Siembra de Levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus*)

La siembra se realizó en una cámara de flujo. Se tomó una muestra de 1 ml de zumo de naranja cada 24 horas, se realizaron diluciones seriadas, posteriormente se sembró en profundidad 1 ml en agar YGC de las respectivas diluciones, por duplicado. Para lograr una correcta homogenización del medio con el inóculo se realizaron movimientos circulares hacia la derecha e izquierda y se dejó solidificar, se incubaron las placas a una temperatura de 30±2°C durante 72 horas. Luego se realizaron recuento de colonias a las 24 y 48 horas.

3.8 DESTILACION DE ALCOHOL:

Con el objetivo de obtener un porcentaje de volumen de alcohol presente en algunas muestras, se implementó el montaje de destilación simple (Figura 10). Se tomaron 250ml de la bebida de zumo de naranja posterior al proceso de fermentación y maduración, se mantuvo a una temperatura de 70-80°C durante un tiempo aproximado de 4 horas.

Figura 10. Destilador Soxhlet



3.8.1 Determinación del grado de Alcohol

La determinación del grado de alcohol fue realizada utilizando la ecuación de Gay Lussac, que es la medida de alcohol contenida en volumen, es decir, la concentración de alcohol contenida en una bebida.

3.8 Evaluación sensorial

Primeramente se menciona que esta evaluación solo se realizó para para el tratamiento 2, debido que durante la maduración en botella del tratamiento 1 factores ambientales afectaron significativamente las propiedades organolépticas como el sabor y el olor, haciendo inviable su análisis sensorial.

Se realizó una prueba de análisis sensorial y maridaje para medir el grado de aceptación del producto. Se compararon los resultados obtenidos en los tanques del tratamiento 2. Las

muestras fueron presentadas en copas de vidrio para el análisis sensorial y para el maridaje se acompañó con queso madurado (alpina), queso fresco (colanta), jamón (zenú) y cerezas.

Para la prueba de análisis sensorial se realizó una introducción con una guía para realizar la evaluación adecuadamente. En cada parámetro se dieron instrucciones específicas, de esta manera para el color se recomendaba pasar la copa por un haz de luz para detallar el matiz y el centro de elipse presente en el vino, en el aroma se realizaron varios giros suaves a la copa haciendo olfacciones para determinar su intensidad, para el cuerpo y el sabor se tomó un sorbo de la bebida fermentada cubriendo toda la superficie bucal y el regusto fue el sabor que dejó en la boca después de haber digerido el vino.

La prueba se llevó a cabo en el Centro Surcolombiano de Investigación en Café “CESURCAFE”, donde 30 jueces consumidores no entrenados, probaron y calificaron las dos muestras.

3.10 Análisis estadístico

El análisis estadístico se hizo con el empleo del programa informático StatGraphics Centurión. Se realizó un análisis de varianza simple (ANOVA) para los parámetros de acidez, pH, °Brix en función del tiempo. El F-test comprueba si existe alguna diferencia significativa entre medias. Si hay, los test de Rangos múltiples indicarán las medias que son significativamente diferentes, las diferencias entre medias fueron consideradas significativas cuando $p < 0.05$.

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA:

Al inicio el zumo de naranja presentó la siguiente caracterización: pH de $3,64 \pm 0,01$ y contenido de sólidos solubles de $10,53 \pm 0,60$ para el Tratamiento 1 y para el tratamiento 2, pH de $3,63 \pm 0,01$ y contenido de sólidos solubles de $20,77 \pm 0,67$. Según publicaciones de la FAO (2006) para la naranja los valores de sólidos solubles se encuentran entre 11,2 y 11,8. En el caso del *Codex Alimentarius*, se mencionan valores próximos a 10. Así, se evidencia la proximidad en los valores de sólidos solubles de la materia prima empleada.

4.1.1 TRATAMIENTOS:

En la tabla 7 se muestra la cantidad de materia prima utilizada en los dos tratamientos. Además, se presenta el rendimiento de zumo de naranja.

Tabla 7. Materia prima involucrada en ambos tratamientos.

	T1	T2
PESO UTILIZADO EN (Kg)	120	120
Azúcar (Kg)	0	3
Fruta desechada (Kg)	66,4	71,5
Rendimiento (%)	44,6	40,4
Zumo (Litros)	40	40
Número de botellas	50	50

Se encontró una proporción aproximada de 1:3; por cada litro de zumo de naranja se utilizan 3 kilogramos de fruta

, aunque esto depende del punto de madurez de la fruta y la cantidad de zumo que pueda ser extraído. Se obtuvieron 50 botellas en cada tratamiento. Los rendimientos calculados dan información preliminar para conocer el precio de cada botella.

4.2 CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACION

4.2.1 SOLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRIX)

Para el tratamiento 1 se inició con aproximadamente 10°Brix y se finalizó con un valor cercano a 4°Brix (Tabla 8). En el tratamiento 2 fue alrededor de 21°Brix y finalizó con un valor entre 11 y 13 °Brix (Tabla 9).

Tabla 8. Variación de los sólidos solubles en naranja para Tratamiento 1.

Tiempo (Días)	SOLIDOS SOLUBLES (°Brix)
0	10,48±0,41 ^a
1	3,88±0,25 ^b
2	3,7±0,38 ^b
3	3,38±0,33 ^b
4	3,8±0,23 ^b
5	3,85±0,14 ^b
6	4,05±0,1 ^b

a, b, c, d, e. Letras diferentes en la misma columna indican cambios estadísticamente significativos entre sí (P<0,05); X±S

Tabla 9. Variación de los sólidos solubles en naranja para el Tratamiento 2.

Tiempo (Días)	SOLIDOS SOLUBLES (°Brix)
0	21,34±0,51 ^a
1	18,88±0,30 ^{ab}
2	16,54±0,08 ^{bc}
3	15,40±0,06 ^{bcd}
4	14,14±0,19 ^{cd}
5	14,35±0,35 ^{cd}
6	12,33±0,08 ^d
7	12,42±0,13 ^d
8	12,23±0,21 ^d
9	11,92±0,22 ^d
10	11,45±0,34 ^d
11	11,83±0,17 ^d

a, b, c, d, e, f, g, h. Letras diferentes en la misma columna indican cambios estadísticamente significativos entre sí (P<0,05); X±S

A lo largo del proceso de fermentación para ambos tratamientos se aprecia disminución del contenido de sólidos solubles, lo cual está relacionado con la actividad metabólica de *S. Cerevisiae* Var. *Bayanus*. En el tratamiento 1 los °Brix se estandarizaron a partir del día 1 y en el tratamiento 2, esto ocurre a partir del día 6.

Al comparar ambos tratamientos, se aprecia que *S. Cerevisiae* var. *Bayanus* metaboliza más rápidamente los carbohidratos presentes en la naranja del tratamiento 1, ya que en 6 días disminuye su valor de 10 a cerca de 4°Brix, mientras que para el tratamiento más prolongado

donde se realizó chaptalización, después de 11 días los sólidos solubles llegan a ser próximos de 12, con estos datos se observa que el proceso de chaptalización marca diferencia en los azúcares fermentables por *S. Cerevisiae* var. *Bayanus*. Argote (2015) afirma que la concentración de azúcar influye en la producción de etanol, lo cual está relacionado con los azúcares disponibles para fermentar. La glucosa y fructosa se convierten en CO₂ y alcohol dando como resultado la disminución de los sólidos solubles (Madigan, 2009). Además, en la parte final del proceso de fermentación se aprecia una pequeña variación en el contenido de azúcar; sin embargo, de acuerdo a Blouin, 2003 esto es normal y señala que en esta fase final se incrementa el contenido aromático.

Ferreira, M., (2005) establece los parámetros fisicoquímicos para el zumo de naranja incluyendo los grados °Brix con un valor de 11 evidenciando que el tratamiento 2 está dentro del rango propuesto en la tabla 3 del presente estudio. Según la caracterización fisicoquímica de jugos de naranja destinados para vinificación realizada por Hours R.A., *et al*, 2005, los grados °Brix para naranja variedad valencia y Navelina fueron de 9,75 y 13,61; los cuales son próximos a los encontrados en la naranja empleada en la presente investigación.

En relación al contenido final de sólidos solubles, la NTC 708 clasifica al producto obtenido por el tratamiento 1 a un vino semiseco y el tratamiento 2 como un vino dulce.

4.2.2 pH:

El pH inicial fue de 3,61 ±0,015 y 4.60±0,01 para los tratamientos 1 y 2, entre tratamientos hay una diferencia inicial de cerca de una unidad de pH y se atribuye a que la naranja fue comprada en diferentes épocas del año.

Tabla 10. Variación de pH en el tratamiento 1

Tiempo (Días)	pH
0	3,61±0,015 ^a
1	3,67±0,02 ^a
2	3,71±0,022 ^a
3	3,95±0,02 ^{ab}
4	4,43±0,006 ^{bc}
5	4,5±0,006 ^{bc}
6	4,79±0,01 ^c

a, b, c, d. Letras diferentes en la misma columna indican cambios estadísticamente significativos entre sí (P<0,05); X±S

En el tratamiento 1 se aprecia el incremento del valor de pH con diferencias significativas entre el valor inicial y final, después de 6 días de fermentación. La reducción de la acidez y el incremento del pH se puede atribuir a la degradación de los ácidos orgánicos, especialmente en climas calientes (Robles R., *et al.*, 2016).

Tabla 11. Variación de pH en el tratamiento 2

tiempo (días)	pH
0	4,60±0,01 ^a
1	4,55±0,001 ^a
2	4,14±0,007 ^b
3	3,97±0,042 ^{bcd}
4	4,04±0,011 ^{bc}
5	3,97±0,001 ^{bcd}
6	3,81±0,0075 ^{cd}
7	3,87±0,0075 ^{bcd}
8	3,71±0,0175 ^d
9	3,72±0,002 ^d
10	3,69±0,008 ^d
11	3,73±0,002 ^d

a, b, c, d. Letras diferentes en la misma columna indican cambios estadísticamente significativos entre sí (P<0,05); X±S

Para el tratamiento 2 se observa que existen diferencias entre el tiempo 0-1 y el resto de días teniendo un comportamiento similar, en casi todo el proceso se evidencia diferencias significativas entre los días 1-2, 2-8, 2-9, 2-10 y 2-11 mostrando que en este tratamiento de naranja se estabilizó el pH después de la muerte celular de las levaduras que dio comienzo a partir del día 2, por el alcohol producido y la disminución de los sólidos solubles al final del tiempo de estudio.

Comparando los valores obtenidos de pH con los establecidos por la NTC-708 (2.8-4.0), se observa que para el tratamiento 2 se encuentra dentro de lo establecido por la norma; por otro lado, el tratamiento 1 está por encima del rango máximo establecido, por lo que se tendría que modificar el pH del tratamiento 1, para que fuera apto y estuviera dentro de la normatividad.

4.2.3 Acidez Titulable

En la Tabla 12 y 11, se observan los valores promedios de Acidez Titulable registrados durante los dos tiempos de fermentación de la naranja.

Tabla 12. Variación de la Acidez Titulable en tratamiento 1.

tiempo (días)	%ACIDEZ
0	3,68±0.05 ^a
1	3,41±0.05 ^{ab}
2	3,19±0.03 ^{abc}
3	2,44±0.05 ^{abc}
4	1,76±0.07 ^c
5	1,78±0.06 ^{bc}
6	1,75±0.07 ^c

a, b, c, d, e, f. Letras diferentes en la misma columna indican cambios estadísticamente significativos entre sí (P<0,05); X±S

En la tabla 12 se observa que existen diferencias significativas entre el día 0 y 1 y el resto de datos de la tabla, a partir del día 2 la disminución de la acidez se evidencia pero sin ocasionar diferencias estadísticamente significativas hasta la terminación del tratamiento y al igual que en el proceso anterior este parámetro está correlacionado con los datos de pH obtenidos evidenciando que para el tratamiento 1 el pH aumentaba a través del tiempo y se observa que la acidez en consonancia con los datos anteriores disminuye a través del tiempo, este comportamiento puede ser explicado por Pszczolkowski P. & Latorre B.,2001, quienes hacen énfasis en que habiendo presencia de hongos puede afectar significativamente el comportamiento de la acidez haciéndolo disminuir durante todo proceso fermentativo.

Tabla 13. Variación de la Acidez Titulable en tratamiento 2

Tiempo (Días)	%ACIDEZ
0	2,83±0.035 ^a
1	2,87±0,045 ^a
2	3,05±0.045 ^a
3	3,44±0,045 ^{ab}
4	3,22±0.06 ^a
5	3,60±0,07 ^{abc}
6	4,36±0,06 ^{bc}
7	4,34±0,04 ^{bc}
8	4,48±0,04 ^c
9	4,49±0,05 ^c
10	4,27±0,04 ^{bc}
11	4,49±0,03 ^c

a, b, c, d, e, f, g. Letras diferentes en la misma columna indican cambios estadísticamente significativos entre sí (P<0,05); X±S

Se puede observar en las tablas 12 y 13 existen diferencias notables en cuanto a su comportamiento a través del tiempo, en el tratamiento 1 según Suarez; 2003, la tendencia a disminuir se da como resultado de la fermentación maloláctica, en la que el ácido málico se transforma en ácido láctico y carbónico; de esta interacción resulta una pérdida en la acidez fija, ya que el ácido málico contiene dos funciones ácidas mientras que el ácido láctico contiene solo una, esto quiere decir que una parte de la acidez se transforma en gas carbónico, el cual se desprende y se elimina. Mientras que en el tratamiento 2, se observa un aumento de la acidez, lo cual está dentro de los parámetros esperados en el proceso.

Comparando los valores de acidez de ambos tratamientos con los establecidos en la tabla 5 (NTC 708) se observa que el tratamiento 2 tiene valores de acidez dentro de los rangos que establece la norma. Por otro lado, el tratamiento 1 se encuentra por debajo del rango mínimo.

4.2.4 Color

En la figura 11 se puede observar que el comportamiento de la luminosidad en el tratamiento 1 a través del tiempo es de aumento constante en la luminosidad hasta el día 3 y perdiendo la misma de hasta el día 5, probablemente por la adición de oxígeno ocurrido por la apertura de los tanques para la homogenización de los mostos.

Figura 11. Claridad o luminosidad del tratamiento 1.

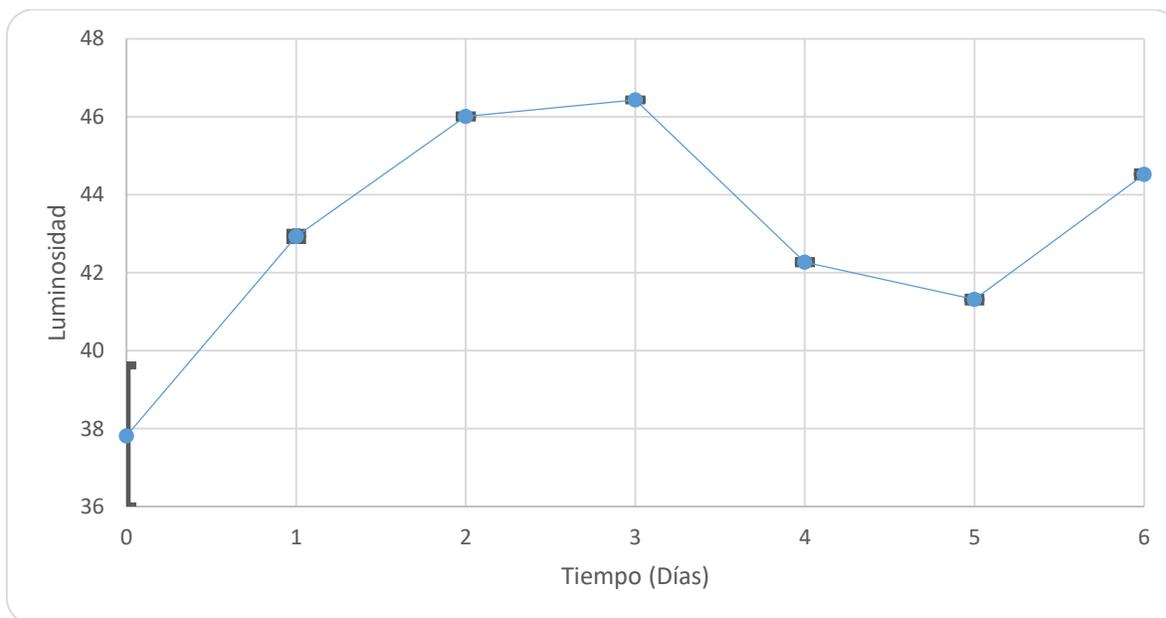
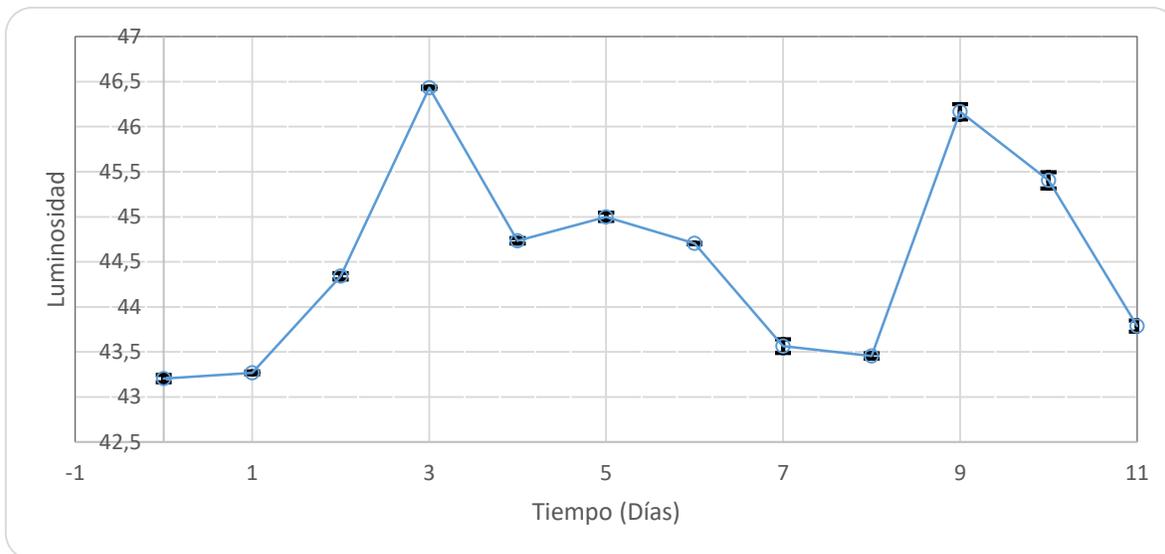
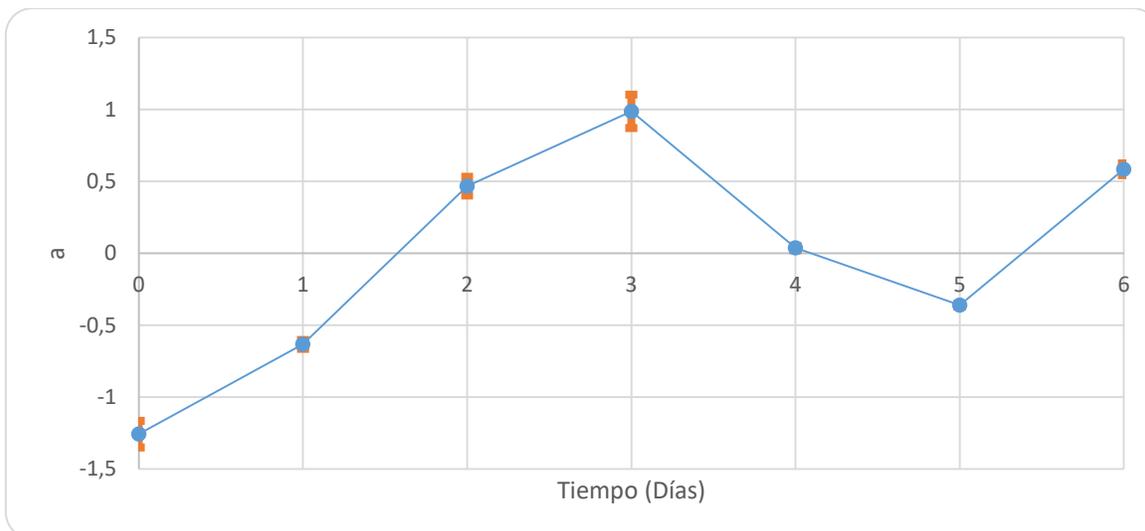


Figura 12. Claridad o luminosidad del tratamiento 2.



En la figura 12 se puede observar el comportamiento de la luminosidad del tratamiento 2; a través del tiempo este parámetro varío de mayor a menor claridad entre el día 3 y el día 8 debido según Berzosa, I., 2016 por la adición de oxígeno, ya que puede ocasionar pardeamiento del mosto debido a las reacciones de oxidación. La luminosidad final de ambos tratamientos es superior a 40 lo que le da una claridad media, con ciertas notas de opacidad.

Figura 13. Coordenada a^* para el tratamiento 1.



En la figura 13 se puede observar que el tratamiento 1 tiene comportamiento de crecimiento casi constante hasta el día 3, al comienzo del proceso se aprecian tonalidades verdosas, pero

que al término del día 3 debido al proceso fermentativo pasan a tener valores positivos en a^* hasta la culminación del proceso.

Figura 14. Coordenada a^* para el tratamiento 2.



La coordenada a^* se define como la desviación del punto acromático, correspondiente a la claridad, hacia rojo si $a^* > 0$ y hacia verde si $a^* < 0$ (Arrobas, B. G. 2012), durante el tiempo de fermentación el valor de la coordenada en el tratamiento 2 (Figura 14) fue en aumento casi constante hasta el tercer día, evidenciando tonos ligeramente rojos en el proceso, en el día 5 el tratamiento vuelve a sufrir un pequeño cambio obteniendo valores ligeramente menores a 0 evidenciando tonalidades verdosas, y para el día séptimo volvieron a subir sus valores evidenciando valores positivos en a^* debido a la oxidación causada por la adición de oxígeno comentada anteriormente, al final del proceso se pudo observar que el valor de a^* es negativo pero muy cercano a cero evidenciando una ligera inclinación al tono verde pero estando muy cerca al valor neutro de esta coordenada.

Figura 15. Coordenada b^* para el tratamiento 1.

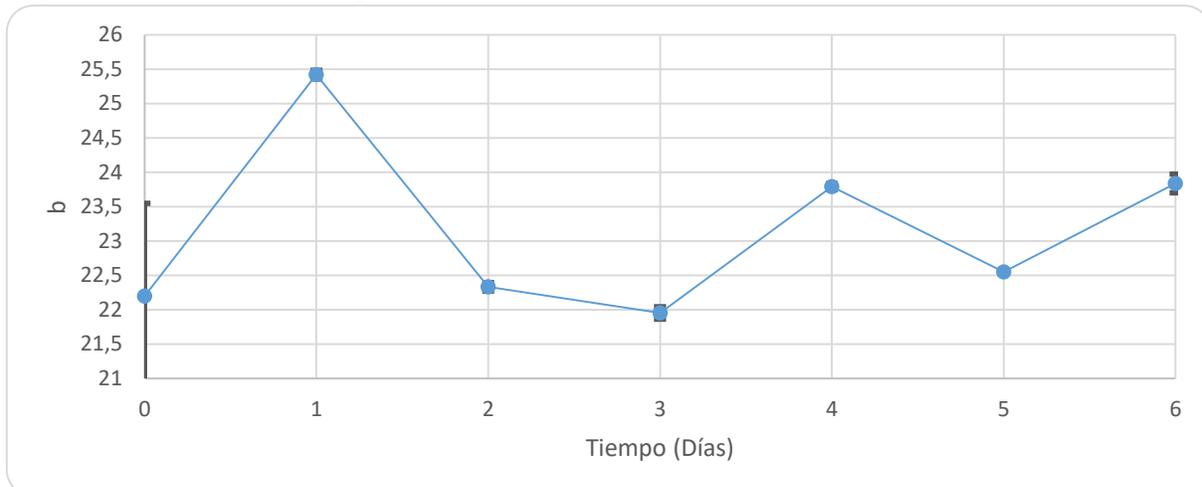
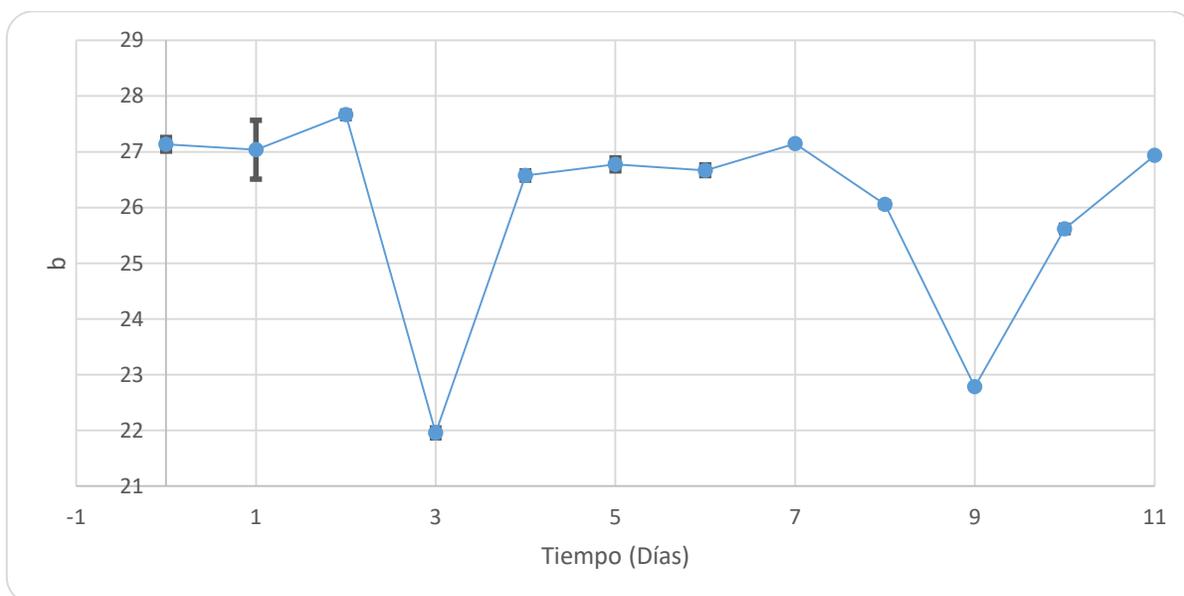


Figura 16. Coordenada b^* para el tratamiento 2.



La figura 15 muestra el comportamiento de b^* para el proceso de 6 días, en el día 1 tuvieron su mayor pico en la coordenada, pero debido a la oxigenación de los tanques se provocó un pardeamiento que disminuyó la tonalidad del proceso, pero que al término del tratamiento subieron un poco en esta coordenada, cabe resaltar que durante toda la etapa de fermentación todos los valores de b^* son positivos, correspondientes al color amarillo que predominó durante los tiempos de fermentación.

En la figura 16 el comportamiento del tratamiento 2 va en aumento hasta el día 2, obteniendo valores cercanos a 28, pero a partir del día 3 sufre una caída en esta coordenada, en el día 4

vuelve a ocasionarse una aumento de la coordenada b^* hasta el día 7 y en el día 9 se originó una caída de su valor posiblemente por la adición de oxígeno mencionada anteriormente, cabe resaltar que el tratamiento2 al igual que en tratamiento 1 son todos positivos, evidenciando la inclinación a los tonos amarillos en ambos tratamientos.

Se observa en la figura 17 y18 los valores finales del cromata no son muy altos teniendo en cuenta el valor máximo que puede adquirir este parámetro, evidenciando que están muy lejos para considerarse saturados.

Figura 17. Cromata C^* para el tratamiento 1.

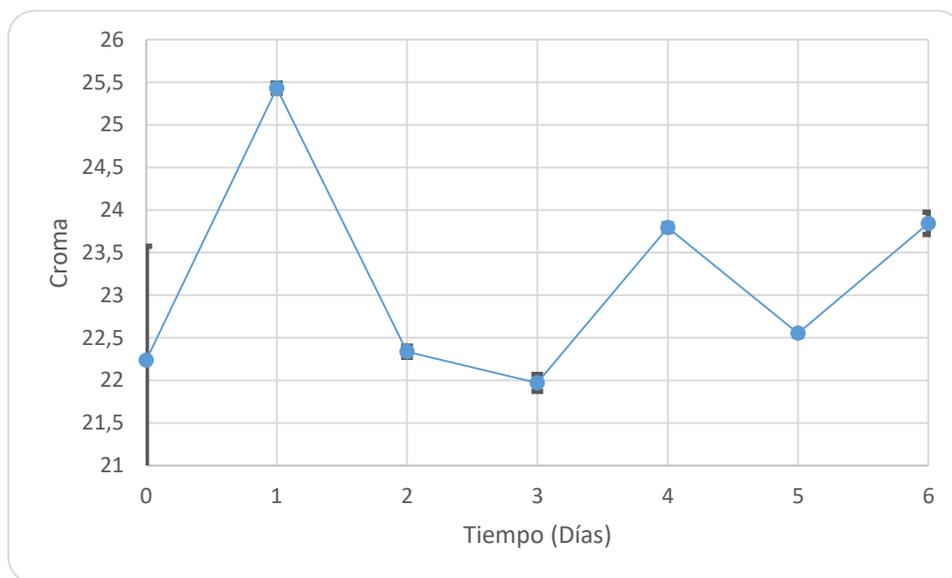
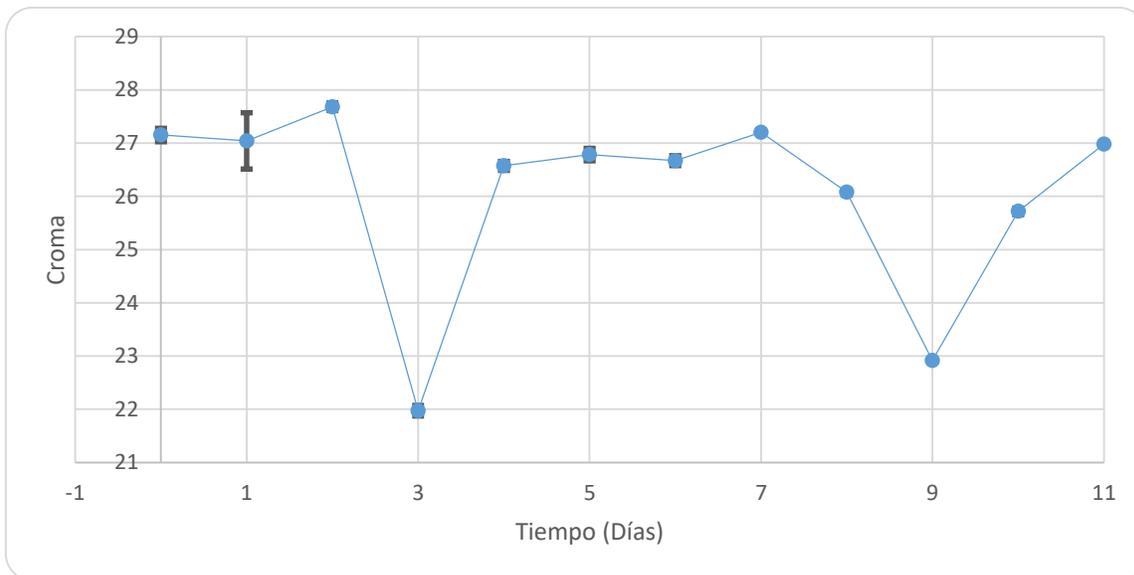


Figura 18. Cromata C^* para el tratamiento 2.



Los valores obtenidos de tonalidad (H^*) en la figura 19 muestran que durante el proceso de fermentación la tonalidad sufrió cambios mostrando que los ángulos obtenidos en este tratamiento pasaron de tonalidades naranjas entre los días 3 y 4, recuperando el tono amarillo propio de la naranja en los últimos días de la fermentación y según (Sari, F.C.S. 2007) los ángulos obtenidos en el tratamiento 1 guardan directa relación con el color amarillo del vino, ya que valores que rondan entre los 90° y 100° se consideran tonalidades amarillas.

En la figura 20 se muestra que con el pasar del tiempo la tonalidad del tratamiento 2 fluctúa durante todo el proceso fermentativo evidenciando ligeros cambios de color y guardando estrecha relación con parámetros como pH, $^\circ\text{Brix}$ y acidez confirmándonos que al haber cambios evidentes en uno o más parámetros de los antes mencionados el valor de la tonalidad cambia con ellos, y en caso similar al tratamiento 1 el valor final de H^* se mantuvo por encima de 90° .

Figura 19. Tonalidad (H^*) para tratamiento 1

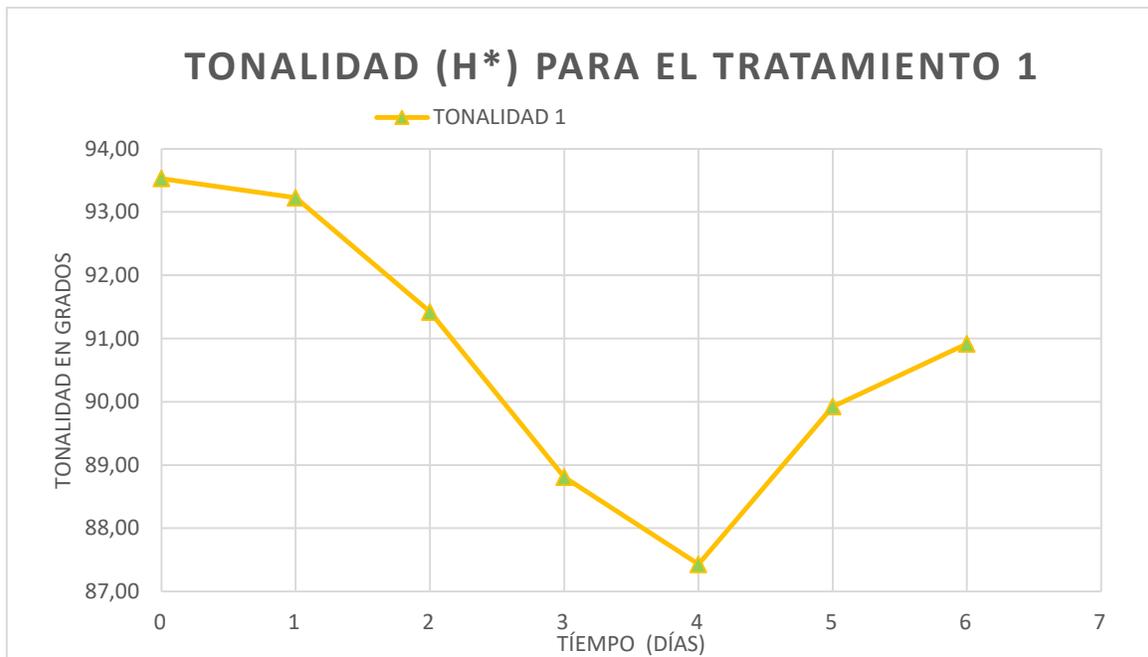
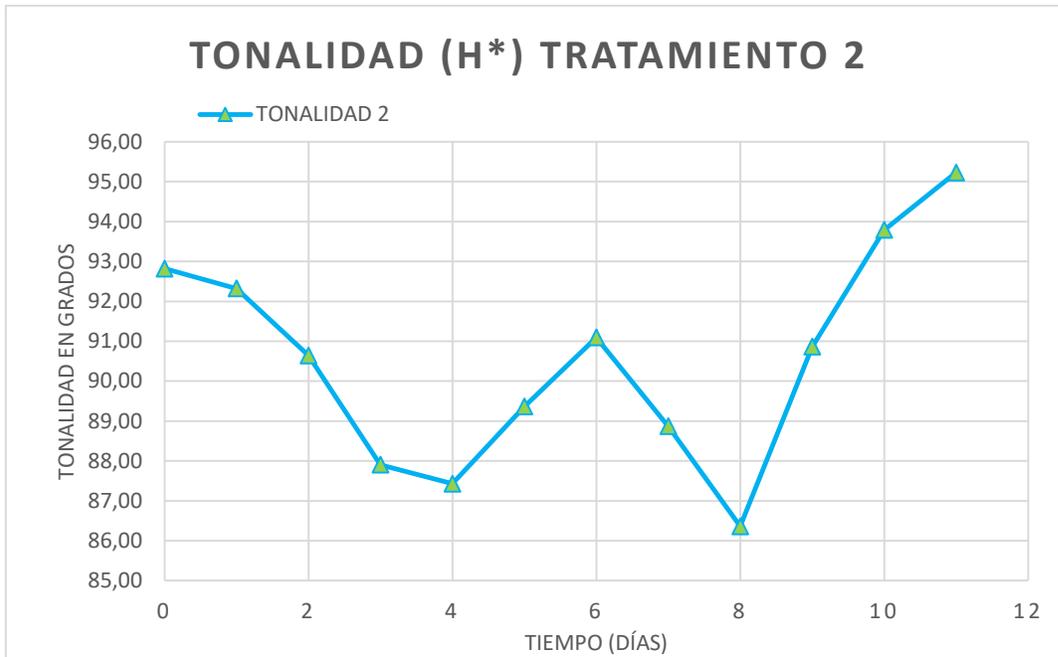


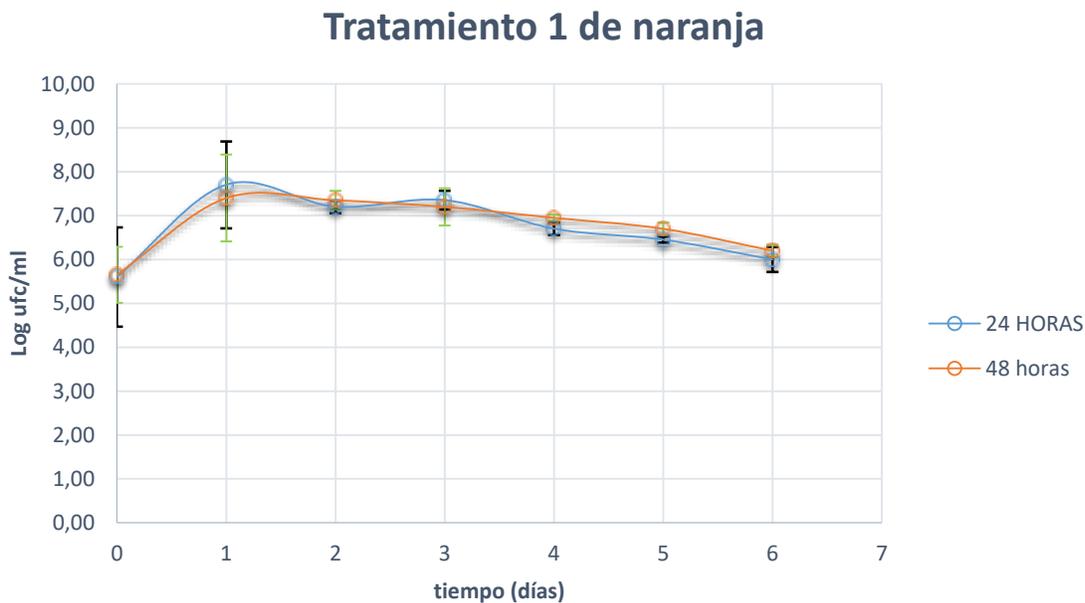
Figura 20. Tonalidad (H*) para tratamiento 2



4.3 Crecimiento microbiano

A partir del seguimiento de la actividad de las levaduras a lo largo del proceso de fermentación (Anexo G), se encontró el siguiente comportamiento medido en Log_{10} ufc/ml a través del tiempo de fermentación.

Figura 21. Curva de crecimiento de levaduras en tratamiento 1 de Naranja

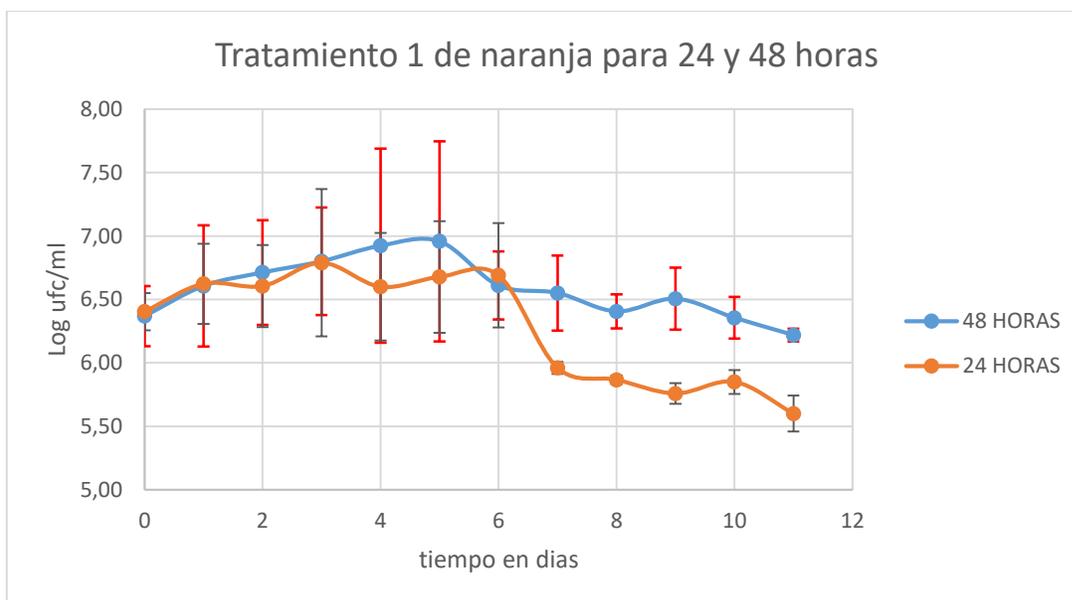


En la figura 21 se puede apreciar de mejor manera el comportamiento de las levaduras *S. Cerevisiae* Var. *Bayanus* a través del tiempo, mostrando además el comportamiento cinético en un proceso de fermentación como este. En el tratamiento 1, para el conteo a las 24 horas el tiempo 0 el valor fue de 5,6 Log UFC/ml y para el conteo a las 48 horas al mismo tiempo fue de 5,65 Log UFC/ml, la similitud en el comportamiento en ambos conteos a través del tiempo se debe a que la diferencia en el crecimiento de unidades formadoras de colonias entre el conteo de 24 y 48 horas es muy poca como se observa en la figura.

En ambos conteos se alcanzó un valor máximo de 7,5 a 8 Log UFC/ml y al final de la fermentación la viabilidad de las levaduras se encontró del orden de 6 Log UFC/ml, siendo un valor alto de levaduras. Lo cual muestra que *S. Cerevisiae* Var. *Bayanus* tiene buena adaptación a las condiciones nutricionales del zumo de naranja, teniendo en cuenta que el fabricante la recomienda en procesos de fermentación con uvas tintas.

En la figura 22 se puede observar el crecimiento en placa de las levaduras para T2, durante ese tratamiento de visualizo un recuento tiempo 0 que fue de 6,2 y 6,3 Log UFC/ml y al finalizar el descenso en el día 11 llego a un valor de 6,2 y 5,7 Log UFC/ml, en las lecturas a las 24 y 48 horas, respectivamente.

Figura 22. Curva de crecimiento de levaduras en tratamiento 2 de Naranja.



Además, se observa el crecimiento de la *S. Cerevisiae* Var. Bayanus. En el tratamiento 2, se observa que las levaduras en el conteo de 24 y 48 horas, siguen un comportamiento muy similar hasta el día 6, posteriormente se observan diferencias en las gráficas que muestran la disminución de unidades formadoras de colonia en el conteo de 48 horas, debido posiblemente a la rápida disminución de la actividad metabólica. Se comprueba que en las condiciones nutricionales proporcionadas en este tratamiento durante todo el proceso de fermentación mantiene la viabilidad de las levaduras con valores superiores a 5 Log UFC/ml, lo cual es muestra de una buena adaptación por parte de los microorganismos, aun después de haberse generado etanol en el proceso. Sin embargo, dicha población de levaduras debe ser retirada con el fin de obtener un producto clarificado y estable en la etapa de maduración en botella para evitar que en el vino continúe la actividad metabólica y ocasione que las botellas exploten por dicha actividad.

4.3.1 Descripción morfológica de levaduras.

En ambos procesos y después de la siembra e incubación se observaron colonias de entre 1-6 mm de diámetro, con una coloración lechosa o blanquecina. Después de realizar tinción Gram, se observaron células Gram+, con formas elíptica y redondeada al observarlas al microscopio. Las anteriores características son propias de la especie *Saccharomyces cerevisiae*. De acuerdo a Gonzales (2014) la mayoría de las colonias jóvenes de levaduras son redondas, lisas y el color de las mismas varía de crema hasta un ligero color verdoso con diámetros de 2-3 mm, color blancuzco y consistencia cremosa, lo cual se asemeja a lo observado en la presente investigación (Figura 23).

Figura 23. Crecimiento en agar YGC de Levaduras aisladas de bebidas fermentadas de naranja.



4.4 Destilación

En la tabla 14, se observa los volúmenes obtenidos luego de la destilación realizada en el equipo Soxhlet a una muestra de 250 ml de vino de naranja. Al comparar ambos tratamientos

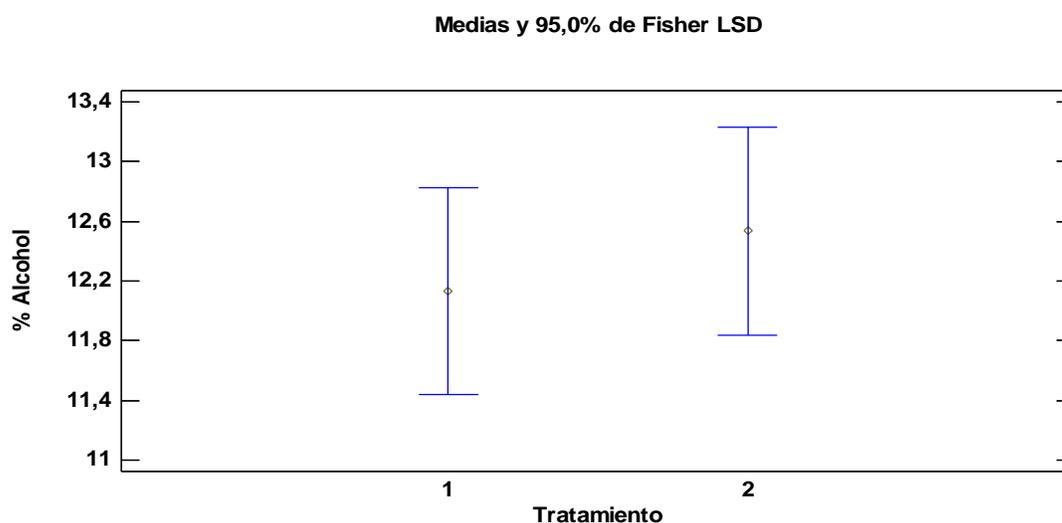
en relación al porcentaje de alcohol, se encuentra que no hay diferencias significativas ($p>0.05$) (Figura 24). Según la NTC 708 para vinos de frutas el rango mínimo es de 6° alcoholimétricos, sin establecer un valor máximo. Así, el producto obtenido en ambos tratamientos se encuentra dentro de lo estipulado en la norma en mención.

Tabla 14. Volumen obtenido en la destilación.

TRATAMIENTO	VOLUMEN DE MUESTRA (ml)	VOLUMEN DE ALCOHOL DESTILADO (ml)	PORCENTAJE DE ALCOHOL DESTILADO (%)
TRATAMIENTO 1			
BOTELLA 1	250	32±0,618	12,8
BOTELLA 2	250	30±0,611	12
BOTELLA 3	250	29±0,613	11,6
TRATAMIENTO 2			
BOTELLA 1	250	31±0,610	12,4
BOTELLA 2	250	30±0,612	12
BOTELLA 3	250	33±0,611	13,2

$X \pm S$

Figura 24. Medias del % Alcohol de tratamiento 1 y 2.



4.4.1 Grado de Alcohol

Utilizando la ecuación de Gay Lussac (Anexo C), se obtuvo los grados de alcohol promedio de las bebidas fermentadas de naranja los cuales se encuentran a continuación en la tabla 15.

Tabla 15. Grados alcohólicos

Tratamiento	Grados Gay Lussac
T 1	
BOTELLA 1	13°
BOTELLA 2	12°
BOTELLA 3	12°
T 2	
BOTELLA 1	12°
BOTELLA 2	12°
BOTELLA 3	13°

Los grados de alcohol obtenidos se encuentran dentro del rango establecido por la NTC 708 que tiene como mínimo 6°. Por otro lado, la clasificación de las bebidas alcohólicas en la sección 2.2.1 de esta investigación y expuestas por Vincent *et al.* (2006) muestra que el vino a partir de zumo de naranja se encuentra dentro del rango (7°-20°) expuesto en esta clasificación.

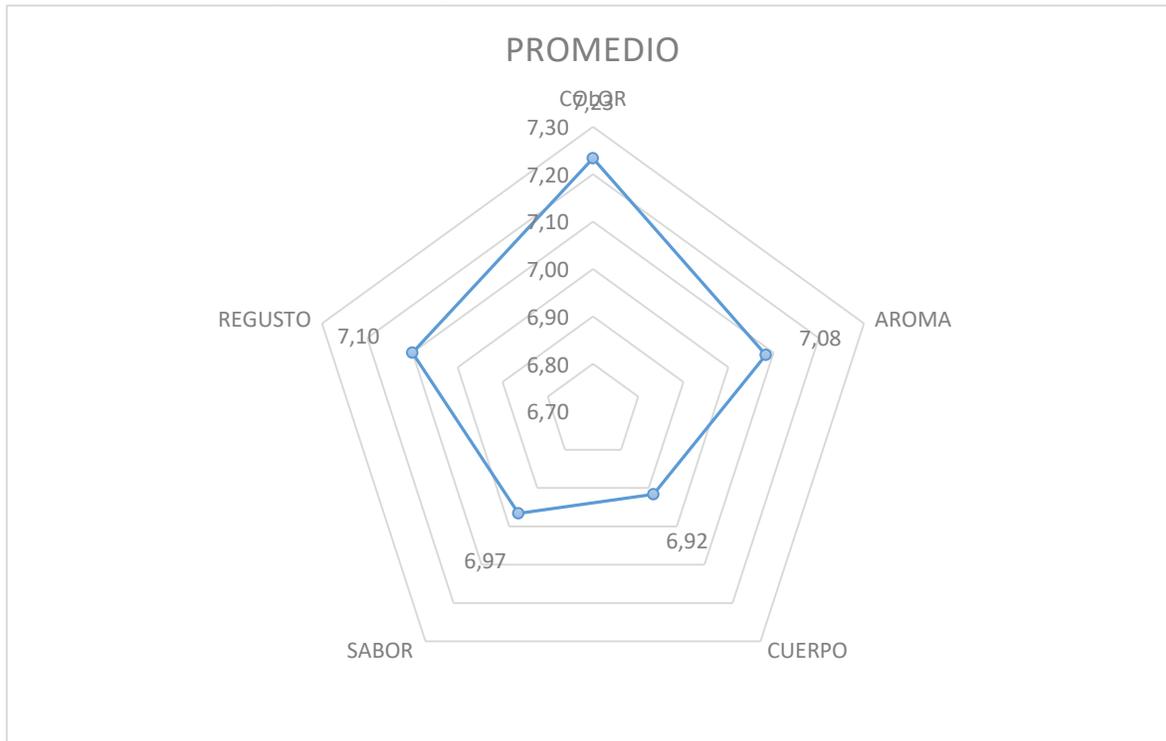
4.5 Análisis sensorial:

La prueba de análisis sensorial solo se realizó para T2 debido a que en T1 hubo crecimiento de hongos (sin identificar). A cada uno de los jueces se le proporcionó el vino proveniente de cada tanque del tratamiento 2.

Tabla 16. Atributos evaluados

TRATAMIENTO		
ATRIBUTOS	PROMEDIO	D.E
COLOR	7,23	1,065
AROMA	7,08	1,352
CUERPO	6,92	1,182
SABOR	6,97	1,181
REGUSTO	7,10	1,199

Figura 25. Diagrama radial de los atributos evaluados.



- **Color:**

El color es el primer atributo que se evaluó evidenciando que los jueces tuvieron una clara aceptación sobre el color del vino procedente del tratamiento 2, el color del vino proveniente de los dos tanques del tratamiento mostraban diferencias en este atributo a simple vista, lo que permite concluir que, aunque se esperara que el color vino del naranja en ambos tanques fuera casi el mismo, esto no afectó la aceptación en general de los jueces a la hora de evaluar este atributo.

La razón por la que el vino a pesar de venir del mismo proceso tuvo diferentes tonos en sus tanques pudo deberse según Zumárraga *et al.*, 2011, a la absorción de compuestos. La pared celular de la levadura es capaz de absorber β -carotenos y otros componentes del color, que son eliminados. De este modo, las levaduras que absorben menos componentes polifenólicos eliminan una menor cantidad de color del vino y, por lo tanto, producen vinos con más color.

se puede observar que gran parte de los jueces calificadores aprobaron el color del vino proveniente del tratamiento 2, siendo el atributo mejor evaluado de los cinco presentados en la (figura 25).

Aroma:

El aroma es otro de los atributos o parámetros que hace referencia al tipo de olores que presenta el vino. Es necesario un lugar idóneo para la realización de esta prueba con buena ventilación. La manera en que se realizó la prueba de este parámetro fue sosteniendo la copa de vino y agitandola de manera elíptica y acercando la nariz para percibir los aromas que emanen de ella (Vega *et al.*,2007).

La mayor parte de los compuestos formados que contribuyen al aroma del vino son: ácidos, alcoholes, aldehídos, ésteres y compuestos azufrados. Estos compuestos aparecen principalmente como productos secundarios durante la fermentación, particularmente los alcoholes, ésteres y ácidos volátiles, lo que confiere a las levaduras un papel importante en el aroma del vino, *Saccharomyces cerevisiae* produce entre los compuestos fermentados aldehídicos, el aceltadehído proporciona los aromas como cítricos, manzana, pero también puede ser señal de oxidación (Zumárraga *et al.*, 2011).

Se pudo observar (Figura 25) que en el vino proveniente del tratamiento tuvo una buena aceptación por parte de los catadores, con valores superiores a 6 (Anexo F). Por otra parte, se puede observar que la desviación estándar de este atributo es la más grande, evidenciando ciertas diferencias entre la percepción de los catadores y los vinos provenientes de este tratamiento respecto a este atributo, pero que a nivel general el aroma fue bien acogido por los jueces.

- **Cuerpo y equilibrio (sabor)**

El cuerpo es el tercer parámetro evaluado, aunque no se puede hablar del cuerpo sin equilibrio (sabor); así que para la evaluación de este parámetro se les solicito a los jueces que tuvieran en cuenta las recomendaciones pertinentes para lograr identificar este atributo.

El equilibrio está determinado por varios factores. El equilibrio sería la situación en la que el dulzor del vino compensa el conjunto formado por la acidez, la astringencia y el amargor.

El otro parámetro que se evalúa conjuntamente con el equilibrio es el cuerpo. El cuerpo del vino sería el grado de intensidad de las sensaciones percibidas en boca (debidas al etanol, extracto seco, otros elementos). Haría referencia a la "consistencia", a la "densidad" del vino, por llamarlo de alguna manera. Un vino será mejor valorado cuanto más cuerpo tenga. No obstante, puede ocurrir que un vino tenga mucho cuerpo pero que sea a la vez desequilibrado (por ser, por ejemplo, muy astringente).

En la figura 25 se aprecian los resultados obtenidos por los jueces para cuerpo, se aprecia que este atributo es el de menor calificación de los cinco evaluados, pero aun así sigue teniendo buena aceptación por parte de los jueces estando por encima de 6.

- **Regusto:**

Según lo observado en la figura 25 se puede apreciar que para el vino procedente del tratamiento 2 hay una tendencia general a la aceptación por parte de los jueces dando como resultado ser el segundo atributo mejor calificado.

4.6 Maridaje

Vargas Jiménez., 2017 dice que muchos tipos de quesos se llevan mejor con vinos claros que con vinos tintos, recomendando que los semimaduros van mucho mejor con vinos claros y afrutados. Teniendo en cuenta esto, se puede observar (Figura 26) que para el vino del tratamiento 2 tuvo gran aceptación el queso maduro de tipo holandés que el queso fresco; debido a que los quesos semimaduros combinan mejor con vinos claros semisecos, lo que los expertos dicen es una buena opción a la hora de comer este tipo de alimentos.

El jamón es una carne roja que por cultura no suele combinarse con este tipo de vinos, debido a que los vinos claros se relacionan con carnes blancas común mente, teniendo en cuenta esto se aprecia que los jueces estuvieron muy dispersos con sus respuestas y solo 15 de los 30 aprobaron la combinación, concluyendo que a nivel general no gusta ni disgusta la unión del jamón con el vino confirmando lo dicho por Vargas Jiménez.,2017, quien afirma que las carnes rojas van mucho mejor con vinos tintos.

Las combinaciones de las cerezas con el vino de naranja evaluado rondo el 70% de aprobación por parte de los jueces. En cuanto al almíbar de cerezas los jueces apenas si aprobaron dicha combinación.

Figura 26. Maridaje de vino de naranja con diferentes alimentos



5 CONCLUSIONES

- En la elaboración de bebidas fermentadas a partir de naranja se puede concluir que variables como la adición de azúcar o chaptalización afecta de manera importante el comportamiento de las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en cada uno de los procesos realizados, también se observó que puede haber diferencias significativas entre tanques de un mismo tratamiento.
- El producto obtenido de T1 presentó $4,05 \pm 0,1$ de °Brix, pH $4,79 \pm 0,01$, acidez en porcentaje de ácido cítrico de $0,99 \pm 0,04$, 12,1% de grados de alcohol, buena aceptación en color y marida apropiadamente con la cereza confitada. Mientras que el producto generado de T2 tuvo $11,83 \pm 0,16$ de °Brix, pH $3,73 \pm 0,002$, acidez en porcentaje de ácido cítrico de $4,49 \pm 0,03$, 12,5% de grados de alcohol, con buena aceptación en aroma, cuerpo y sabor, marida bien con queso maduro.
- El proceso de fermentación con zumo de naranja en ambos tratamientos, facilitaron la viabilidad de *S. cerevisiae* Var. *Bayanus*. Además, el grado de alcohol obtenido denota un buen proceso de fermentación.
- La caracterización físico-química y microbiológica realizada, facilitará posteriores trabajos en la obtención de una bebida fermentada a partir de naranja.
- El vino de naranja propuesto en este estudio, después de realizar el análisis, se encontró que es una opción viable, siempre y cuando este tipo de zumos tengan adición de azúcar (chaptalización) para un adecuado proceso de fermentación y obtener las propiedades necesarias para ser aceptadas por el consumidor final.
- De acuerdo a la pregunta realizada en el inicio del proyecto, tenemos que es viable la obtención de una bebida fermentada a base de zumo de naranja con parámetros establecidos y en la NTC 708, siempre y cuando se realice el proceso de chaptalización.

6 RECOMENDACIONES

- El proceso de chaptalización es adecuado para obtener un producto bien calificado en análisis sensorial.
- Se recomienda para futuras investigaciones emplear otras levaduras con el fin de comparar y verificar la influencia de la cepa microbiana en la cata del vino de naranja.
- Con el fin de estandarizar el proceso se recomienda en la fermentación garantizar homogenización continua con una bomba sumergible.
- Se propone evaluar en futuras investigaciones diferentes contenidos de azúcar y tiempos de fermentación, con el fin de entender mejor el comportamiento del vino y además mejorar las características organolépticas y de aceptación del producto final.
- Para la fermentación y maduración se recomienda un lugar espacioso y que tenga las temperaturas idóneas que no cambien de manera brusca durante el transcurso del día para una fermentación estable.
- Proponer investigaciones en las que se pueda determinar la diferencia de color aceptable por parte del consumidor; así, emplear el control de calidad mediante coordenadas CIELab.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Agusti, M. 2003. Citricultura. 2 ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España. 422 p.
2. Alonso L., Poveda J. (2008). Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm™ 3MTM para el análisis de alimentos (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C.
3. Alonso Nore, L. X., & Poveda Sánchez, J. A. (2008). Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm™ 3MTM para el análisis de alimentos (Bachelor's thesis).
4. Anzaldúa-Morales, Antonio.1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España. Págs. 70-77.
5. Apella, C. M., & Araujo, Z. P. (2005). Microbiología del agua. Conceptos Básicos. Tecnologías Solares para la Desinfección y Descontaminación del Agua, 33-50.
6. Ávila Martínez, Estefania (2016). Alternativas de maridaje de vinos de casa madero y típicos consumidos en mercados del estado de México.
7. Bernal L y Castro C., 2014.obtención de bebidas fermentadas a partir de maracuyá (*Passiflora edulissims*) y cholupa (*Passiflora maliformis* L).
8. Bernal, C.K., Castro, D.M. 2014. Obtención de Bebidas Fermentadas a Partir de Maracuyá (*Passiflora Edulis Flavicarpa*) y Cholupa (*Passiflora Maliformis* L.). Tesis de Pregrado. Universidad Surcolombiana.
9. Blouin, Jacques. 2003. Enología Práctica, Conocimiento y elaboración del vino. Cuarta Edición. Editorial Mundi-Prensa. España. 353 p.
10. Bosio I., Cubo L. (2010). Patrones de Ordenamiento Cognitivo en el Análisis Sensorial de Vinos (ASV). Revista Estudios Avanzados. Chile, 1 (14), 193.
11. Bosio, I. V., & Cubo de Severino, L. (2011). Patrones de ordenamiento cognitivo en el Análisis Sensorial de Vinos (ASV). Estudios Avanzados, 1(14).

12. Bravo, J. 2014. Naranjas: Una Alternativa de “Exportación”. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.
13. Caicedo M. Luis A. 2011. Estudio comparativo de la generación de CO₂ en fermentaciones con células libres e inmovilizadas de *Zymomonas mobilis*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. En: Revista Universidad Nacional. Ingeniería e Investigación; <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/ingeinvt/article/view/24816/25363>; consultado: octubre de 2016.
14. Castellucci, F. (2010). Análisis microbiológico del vino y del mosto. OIV/OENO (Asamblea General de la OIV). Resolución OIV/OENO 206, Paris.
15. Clavel, Jean. 2007. Historia de la chaptalización. En: El mundo vino.com; http://elmundovino.elmundo.es/elmundovino/noticia.html?vi_seccion=4&vs_fecha=200707&vs_noticia=1185447147; consultado: noviembre 2016.
16. DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2015. Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2014. 10-12 pp.
17. [Digital.csic.es/bitstream/10261/63961/1/358508.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/63961/1/358508.pdf).
18. Dos Santos Eduardo, A. (2007). Estudio del Comportamiento Cinético de Microorganismos de Interés en Seguridad Alimentaria con Modelos Matemáticos (Doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, España.
19. Espinal, C. F., Martínez Covalada, H. J., & Peña Marín, Y. (2005). La cadena de los frutales de exportación en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005.
20. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2012. Frutos Cítricos Frescos y Elaborados. Estadísticas Anuales. New York-USA. 46 p.
21. FAO (Food and Agriculture Organization). 2015. Ficha técnica de la naranja, <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s0z.htm>.

22. Galindo, J., & Maide, Q. (2016). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE APERITIVO DE NARANJA (Doctoral dissertation).
23. García G., Mariano; Quintero R., Rodolfo y López M., Agustín. 2004. Biotecnología alimentaria. Editorial Limusa. 636 p. En: http://books.google.es/books?id=2ctdvBnTa18C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false; consultado: agosto del 2016.
24. García, Vera. 2004. Introducción a la Microbiología. Editorial Universidad estatal a distancia Costa Rica. 256 p. En: http://books.google.com.co/books?id=K_ETVnqnMZIC&pg=PA113&dq=CONDICIONES+DE+CRECIMIENTO+PARA+LEVADURAS&hl=es-419&sa=X&ei=EEfJU5DcLejLsQTm6IDADg&ved=0CB0Q6AEwAQ#v=onepage&q&f=false.
25. Hours, R. A., Ferreyra, M. M., Schvab, M. D. C., Gerard, L. M., Zapata, L. M., & Davies, C. V. (2005). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de jugos de naranja destinados a vinificación. Ciencia, Docencia y Tecnología, 31, 219-239.
26. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 2000. Norma Técnica Colombiana 708, Bebidas Alcohólicas. Vinos de Frutas.
27. ICEX, Instituto Español de Comercio Exterior. 2005. El Mercado de Vinícola en Colombia.
28. Khan, E.U., Fu, X-Z., Wang, J., Fan, Q., Huang, X., Zhang, G., Shi, J. y Liu, J. 2008. Regeneration and Characterization of Plants Derived From Leaf in Vitro Culture of Two Sweet Orange (Citrus Sinensis (L.) Osbeck) Cultivars. Scientia Horticulturae, vol. 120, 70-76pp.
29. Kunkee, R., 1984. Selection and modification of yeasts and lactic acid bacteria for wine fermentation. Food Microbiol. 1, 315–332. Kunkee, R., 1991. Some roles of malic acid in the malolactic fermentation in wine- making. FEMS Microbiol. Rev. 88, 55–72.

30. Lastra, Jorge y Arias, Edison. 2008 Tecnología Enzimática. En: Monografías, <http://www.monografias.com/trabajos10/09tecezn/09tecezn.shtml>; consulta: octubre 2016.
31. López V., L. y Avendaño V., S. (2000). La Microbiología y los Alimentos. Anales de la Universidad de Chile, 6(11).
32. López, Julio. 2012. Hablando de vinos. En Industria Alimenticia, <http://www.industriaalimenticia.com/articulos/hablando-de-vinos>; consulta: diciembre de 2016.
33. Madigan M.T., Martinko J.M., Dunlap P.V., Clark D.P. 2009. Brock Biología de los microorganismos. Editorial Pearson Prentice Hall. 144-147 p.
34. Mateus, D., Pulido, X., Gutiérrez, A., & Orduz-Rodríguez, J. O. (2010). Evaluación económica de la producción de cítricos cultivados en el Piedemonte del departamento del Meta durante 12 años. Orinoquia, 14(1), 16-26.
35. Méndez, Ángeles. 2000. Fermentación alcohólica. En: la Guía de Química, <http://quimica.laguia2000.com/general/fermentacion-alcoholica#ixzz2vmz4GmYm>; consultado: noviembre 2016.
36. Molina Hernández, E. (octubre de 2011). Curso de análisis sensorial de alimentos. Recuperado el 20 de octubre de 2015, en: digital.csic.es/bitstream/10261/63961/1/358508.pdf.
37. Norma Técnica Colombiana (NTC) 708. 2008. Bebidas alcohólicas. Vino de frutas. Quinta actualización. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. Bogotá. Colombia.
38. Ocando, c. e. n. cinética del crecimiento y determinación de la fase de muerte en *staphylococcus aureus* cowan i bajo diferentes condiciones nutricionales. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://tesis.luz.edu.ve/tde_arquivos/52/TDE-2011-10-11T14:43:45Z-1924/Publico/navarro_ocando_carlos_navarro.pdf; consultado: diciembre 2016.
39. OIV. 2015. World Vitiviniculture Situation.

40. OIV. (2016). Documento de Revisión del Análisis Sensorial del Vino.
41. Orduz, J. 2007. Estudios Ecofisiológicos y Caracterización Morfológica y Molecular de la Mandarina Arrayana (*Citrus Reticulata* Blanco) en el Piedemonte Llanero de Colombia. Tesis doctoral. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. 130 p.
42. Robles Calderón, Roberto; Feliciano Muñoz, Osiris; Chirre Flores, Jaqueline Heidy. Estudio del consumo de azúcares reductores durante la fermentación alcohólica del mosto de uva Italia para la obtención de vino blanco. *Industrial Data*, vol. 19, núm. 2, julio-diciembre, 2016, pp. 104-110 Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú
43. Rodríguez, C. (2014). Introducción al Análisis Sensorial. Estudio Hedónico del Pan en el IES Mugaros. Manuscrito inédito, IES de Mugaros, España.
44. Sari, F. C. S. (2007). Aplicación del Sistema Cie-Lab a los vinos tintos. Correlación con algunos parámetros tradicionales. *Revista Enología N°5*, 3, 1.
45. Salvucci, E. (9 de abril de 2010). Crecimiento Microbiano. Hacia una nueva Biología. Recuperado de <https://esalvucci.wordpress.com/crecimiento-microbiano/comment-page-1/#comment-360>
46. Schlegel, H. (1997). *Microbiología General*. Barcelona: Ediciones Omega S.A.
47. Spreen, T. H. (2001). Proyecciones de la producción y consumo mundial de los cítricos para el 2010. In FAO Simposio sobre cítricos. FAO, China.
48. Srivastava, A. y Singh, S. 2009. Citrus Decline: Soil Fertility and Plant Nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 32:2, 197–245pp.
49. Suarez, J. 2003. Sensory profile of wine after malolactic fermentation. En: Centro de recursos sobre percepción y ciencias sensoriales, http://www.perceptnet.com/cien11_03.htm; consulta: Febrero 2014.

50. Tempeh Info. 2008. Fermentación Alcohólica. <http://www.tempeh.info/es/fermentacion-alcoholica.php>; consultado: octubre de 2016.
51. Vega, A. V. R., & Ramos, J. A. (2007). Influencia de las marcas de vinos sobre la calidad percibida por profesionales y consumidores. In El comportamiento de la empresa ante entornos dinámicos: XIX Congreso anual y XV Congreso Hispano Francés de AEDEM (p. 20). Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM).
52. Vargas Jiménez, A. L. (2017). Técnicas de maridajes de alimentos y bebidas en la gastronomía tradicional del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi (Bachelor's thesis).
53. Vicent, M., Álvarez S. y Zaragoza, J. 2006. Química Industrial Orgánica. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. En: Google Books http://books.google.com.co/books?id=00_6Q134GzYC&pg=PA230&lpg=PA230&dq=VICENT,+Mar%C3%ADa+Qu%C3%ADmica+Industrial+Org%C3%A1nica&source=bl&ots=fQtZwdo44w&sig=zxmt9Huz8J24m5b8xdFqRZbwPU&hl=es&sa=X&ei=w655UrtWkpCQB4v geAL&ved=0CDoQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false; consultado: octubre de 2016
54. Vogt, Ernst. La Fabricación de vinos. 1972. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 292 p.
55. Wines From Spain. 2015. El Vino en Cifras – Año 2015. Consultado el 23 de agosto de 2016.
56. Zumárraga, M., & Barbero, F. SACCHAROMYCES, Contribución organoléptica en la vinificación.

ANEXOS

ANEXO A. Determinación de la Acidez Titulable

Para la determinación de la acidez del mosto se utiliza una pipeta graduada y un vaso de precipitado:

- ❖ Tomar 5 ml de muestra y colocarlos en un vaso de precipitado.
- ❖ Agregar 3 gotas de fenolftaleína
- ❖ Agregar hidróxido de sodio 0,1N hasta observar un cambio de color en la muestra
- ❖ Realizar los cálculos utilizando la siguiente fórmula

Ecuación 2:

$$\%ACIDEZ = N * ml \text{ de } NaOH \text{ usados} * 6$$

Dónde:

NaOH= volumen de NaOH gastado en la titulación

N= Normalidad del NaOH: (0,1 eq/litro)

- Muestra de cálculo:

$$\%Acidez = 4,3ml \text{ } NaOH * 0,1N * 6 = 2,58\% \text{ A.C}$$

ANEXO B. Medios de cultivo utilizados

➤ Medio Líquido.

Nombre: Agua de Peptona

Descripción y uso: Medio de enriquecimiento no selectivo que proporciona los nutrientes necesarios para el desarrollo microbiano.

Preparación: Suspender 15 g de polvo en 1 litro de agua destilada. Mezclar bien y distribuir. Esterilizar en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

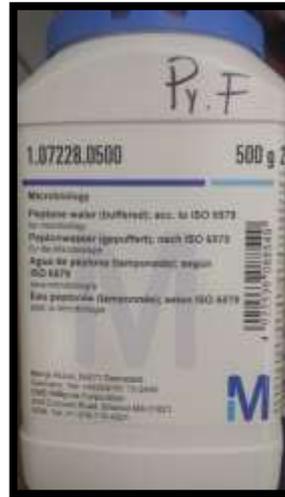
Composición (g/l):

Peptona de carne 10.0;

Cloruro de sodio 5.0;

pH 7.2 ± 0.2.

Figura 27: Agua de peptona – Merck KGaA



➤ Medio Sólido

Nombre: YGC (Agar extracto de levadura-glucosa-cloranfenicol)

Descripción y uso: Medio de cultivo selectivo y enriquecido para el crecimiento de levaduras, con este medio se realizó una siembra en profundidad.

Preparación: Disolver 40 gr en 1 litro de agua destilada. Mezclar bien y distribuir. Esterilizar en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

Composición (g/l): Extracto de levadura 5.0; D (+); glucosa 20.0; cloranfenicol 0.1; agar-agar 14.9. pH 6.6±2 a 25°C.

Figura 28. YGC-AGAR (agar extracto de levadura-glucosa-clorafenicol) – Merck KGaA



ANEXO C. Extracción Soxhlet

Procedimiento modificado para destilar alcohol.

La extracción Soxhlet se fundamenta en las siguientes etapas:

- 1) Colocación del solvente en un balón.
- 2) Ebullición del solvente que se evapora hasta un condensador a reflujo.
- 3) El condensado cae sobre un recipiente que contiene un cartucho poroso con la muestra en su interior.
- 4) Ascenso del nivel del solvente cubriendo el cartucho hasta un punto en que se produce el reflujo que vuelve el solvente con el material extraído al balón.
- 5) Se vuelve a producir este proceso la cantidad de veces necesaria para que la muestra quede agotada. Lo extraído se va concentrando en el balón del solvente (Figura 37)

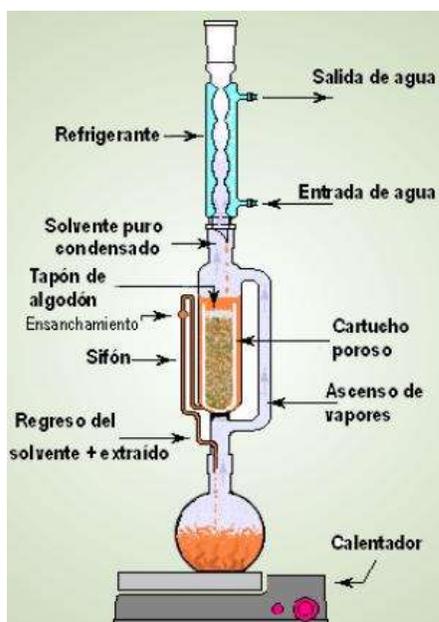


FIGURA 29. Extracción Soxhlet

Fuente: Núñez, 2008

ANEXO D. Determinación del grado de alcohol Formula de Gay Lussac.

Los grados Gay-Lussac es la medida de alcohol contenida en volumen, es decir, la concentración de alcohol contenida en una bebida. Los grados Gay-Lussac sirven para indicar el contenido de alcohol en una sustancia expresado en volumen, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen total de alcohol} = \frac{\text{volumen total de vino} * \text{grados Gay lussac}}{100}$$

- Muestra de calculo

$$\text{Volumen total de alcohol} = \frac{\text{volumen total de vino} * \text{grados Gay lussac}}{100}$$

De esta ecuación se despejó los grados Gay Lussac:

$$^{\circ}GL = \frac{\text{volumen de alcohol} * 100}{\text{volumen de vino}}$$

$$^{\circ}GL = \frac{32ml * 100}{250ml} = 12,8$$

$$^{\circ}GL \sim 13^{\circ}$$

ANEXO E. Etiquetas y fotos del Vino de Naranja



ANEXO F. Formato para el análisis sensorial y maridaje a nivel de consumidor para zumo de naranja.

ANÁLISIS SENSORIAL

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICOS EN DIFERENTES TIEMPOS DE FERMENTACION DEL ZUMO DE NARANJA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Nombre: _____

Fecha: _____ Hora _____

Frente a usted hay 2 muestras distintas de una bebida fermentada
Rellene un en el lugar que indique su opinión acerca de cada muestra

Nota: enjuagarse la boca con agua después de probar cada muestra

Escala:

- (9-10) Me gusta mucho
- (7-8) Me gusta
- (6) Me gusta ligeramente
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (3-4) Me disgusta ligeramente
- (2) Me disgusta
- (1) Me disgusta mucho

Color: Según su opinión, rellene el círculo que englobe mejor su apreciación de las muestras dadas, donde "0" es lo menos aceptable y "10" lo más aceptable.

Muestra _____

<input type="radio"/>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

(No aceptable)

(Ni me gusta ni me disgusta)

(Muy aceptable)

Muestra _____

<input type="radio"/>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

(No aceptable)

(Ni me gusta ni me disgusta)

(Muy aceptable)

Aroma:

Si un vino no presenta ningún olor defectuoso, cuanto mayor sea olor mayor será su calidad respecto a este parámetro.

Muestra _____

<input type="radio"/>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

(No aceptable)

(Ni me gusta ni me disgusta)

(Muy aceptable)

Muestra _____

<input type="radio"/>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

(No aceptable)

(Ni me gusta ni me disgusta)

(Muy aceptable)

Cuerpo:

El cuerpo del vino sería el grado de intensidad de las sensaciones producidas en la boca, se le puede llamar consistencia o densidad del vino. Un vino será mejor valorado cuanto más cuerpo tenga.

Muestra _____

<input type="radio"/>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

(No aceptable)

(Ni me gusta ni me disgusta)

(Muy aceptable)

Muestra _____

<input type="radio"/>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

(No aceptable)

(Ni me gusta ni me disgusta)

(Muy aceptable)

Sabor:

Muestra _____

<input type="radio"/>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

(No aceptable)

(Ni me gusta ni me disgusta)

(Muy aceptable)

Muestra _____

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

(No aceptable)

(Ni me gusta ni me disgusta)

(Muy aceptable)

Regusto:

El regusto hace referencia a la duración del recuerdo aromático una vez consumido.

Muestra _____

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

(No aceptable)

(Ni me gusta ni me disgusta)

(Muy aceptable)

Muestra _____

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

(No aceptable)

(Ni me gusta ni me disgusta)

(Muy aceptable)

Observaciones _____

GRACIAS POR SU TIEMPO

MARIDAJE

**PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICOS EN DIFERENTES TIEMPOS DE
FERMENTACION DEL ZUMO DE NARANJA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

Nombre: _____

Marcar con una **X** la opción de su preferencia.

Nota: comer un trozo de pan después de maridar con cada alimento

Muestra _____

	Me gusta	no me gusta ni me disgusta	no me gusta
Queso fresco	_____	_____	_____
Queso maduro	_____	_____	_____
Jamón	_____	_____	_____
Cerezas	_____	_____	_____
Almíbar de cerezas	_____	_____	_____

Muestra _____

	Me gusta	no me gusta ni me disgusta	no me gusta
Queso fresco	_____	_____	_____
Queso maduro	_____	_____	_____
Jamón	_____	_____	_____
Cerezas	_____	_____	_____
Almíbar de cerezas	_____	_____	_____

Observaciones _____

GRACIAS POR SU TIEMPO

ANEXO G. Resultados obtenidos del programa estadístico Statgraphic evaluación de parámetros físico-químicos.

TRATAMIENTO 1

- pH

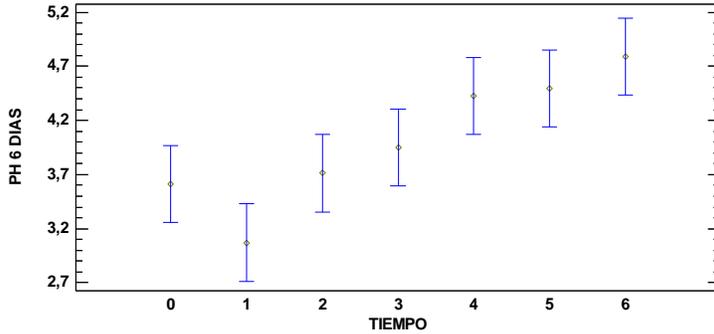
Pruebas de Múltiple Rangos para pH por TIEMPO

Método: 95,0 porcentaje LSD

TIEMPO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	3,07	X
0	3	3,61333	XX
2	3	3,71333	XXX
3	3	3,95	XXXX
4	3	4,42667	XXXX
5	3	4,49667	XX
6	3	4,79	X

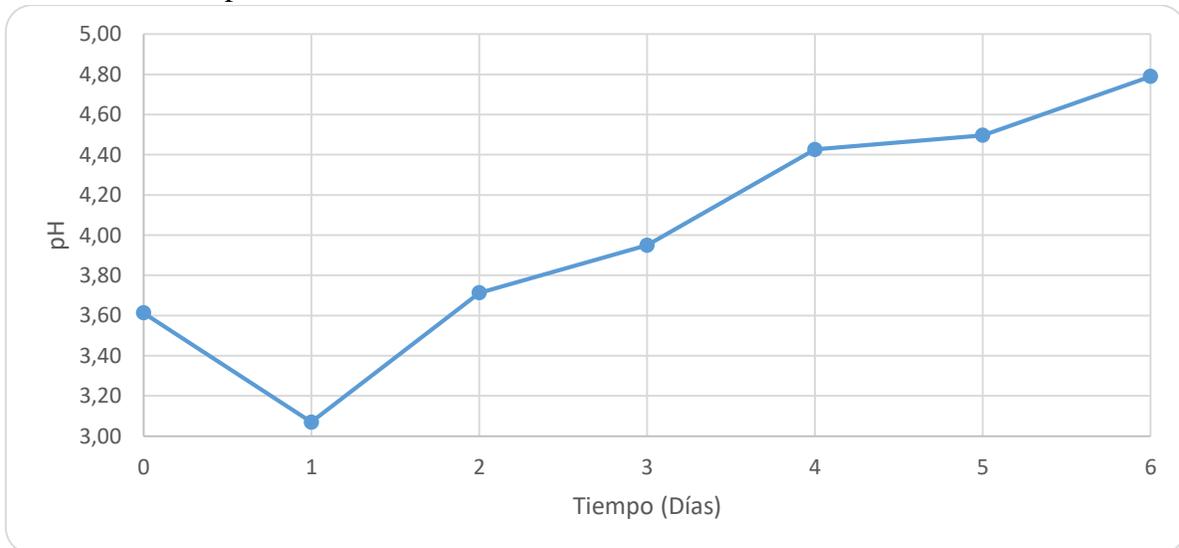
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		0,543333	0,713632
0 - 2		-0,1	0,713632
0 - 3		-0,336667	0,713632
0 - 4	*	-0,813333	0,713632
0 - 5	*	-0,883333	0,713632
0 - 6	*	-1,17667	0,713632
1 - 2		-0,643333	0,713632
1 - 3	*	-0,88	0,713632
1 - 4	*	-1,35667	0,713632
1 - 5	*	-1,42667	0,713632
1 - 6	*	-1,72	0,713632
2 - 3		-0,236667	0,713632
2 - 4		-0,713333	0,713632
2 - 5	*	-0,783333	0,713632
2 - 6	*	-1,07667	0,713632
3 - 4		-0,476667	0,713632
3 - 5		-0,546667	0,713632
3 - 6	*	-0,84	0,713632
4 - 5		-0,07	0,713632
4 - 6		-0,363333	0,713632
5 - 6		-0,293333	0,713632

Medias y 95,0% de Fisher LSD



*indica una diferencia significativa.

- Variación de pH en tratamiento 1

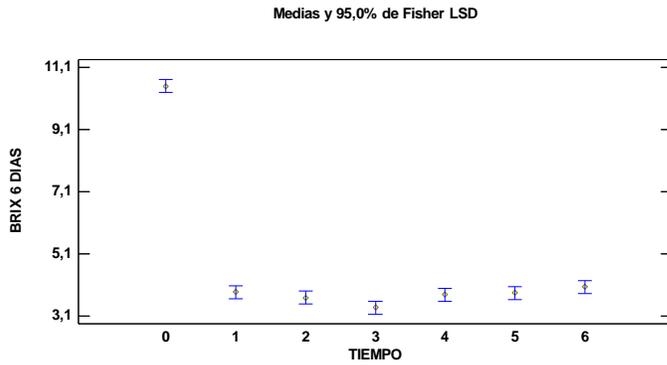


- **Grados °Brix**

Pruebas de Múltiple Rangos para °BRIX por TIEMPO

Método: 95,0 porcentaje LSD

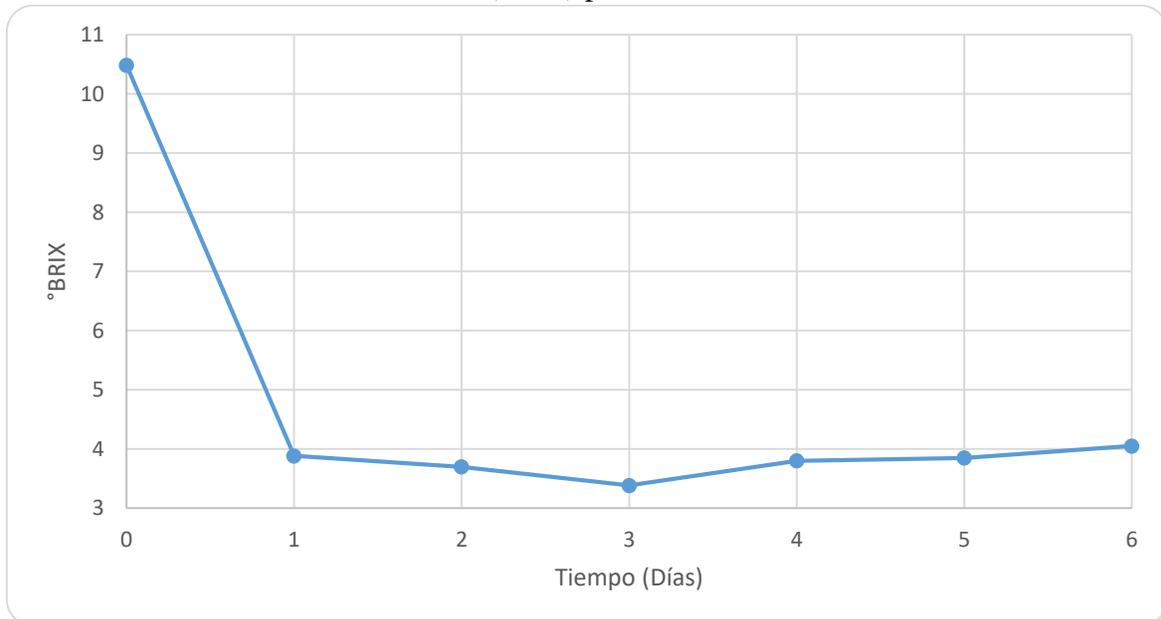
TIEMPO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	3	3,38333	X
2	3	3,7	XX
4	3	3,8	X
5	3	3,85	X
1	3	3,88333	X
6	3	4,05	X
0	3	10,4833	X



Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1	*	6,6	0,414677
0 - 2	*	6,78333	0,414677
0 - 3	*	7,1	0,414677
0 - 4	*	6,68333	0,414677
0 - 5	*	6,63333	0,414677
0 - 6	*	6,43333	0,414677
1 - 2		0,183333	0,414677
1 - 3	*	0,5	0,414677
1 - 4		0,0833333	0,414677
1 - 5		0,0333333	0,414677
1 - 6		-0,166667	0,414677
2 - 3		0,316667	0,414677
2 - 4		-0,1	0,414677
2 - 5		-0,15	0,414677
2 - 6		-0,35	0,414677
3 - 4	*	-0,416667	0,414677
3 - 5	*	-0,466667	0,414677
3 - 6	*	-0,666667	0,414677
4 - 5		-0,05	0,414677
4 - 6		-0,25	0,414677
5 - 6		-0,2	0,414677

*indica una diferencia significativa.

- **Variación de los Sólidos solubles (°Brix) para Tratamiento 1.**



- **Acidez Titulable**

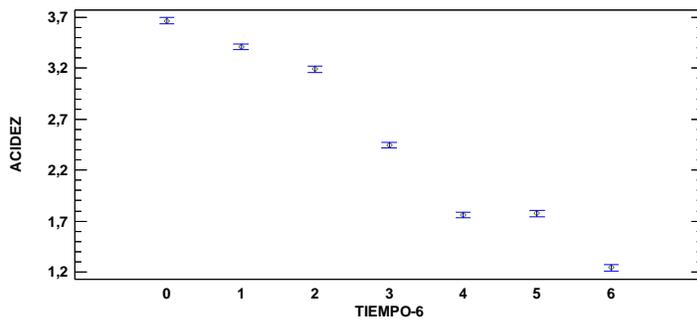
Pruebas de Múltiple Rangos para ACIDEZ por TIEMPO

Método: 95,0 porcentaje LSD

TIEMPO	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
6	5	1,245	0,025	X
4	6	1,76	0,0223607	X
5	5	1,775	0,025	X
3	5	2,445	0,025	X
2	6	3,19	0,0223607	X
1	6	3,41	0,0223607	X
0	5	3,675	0,025	X

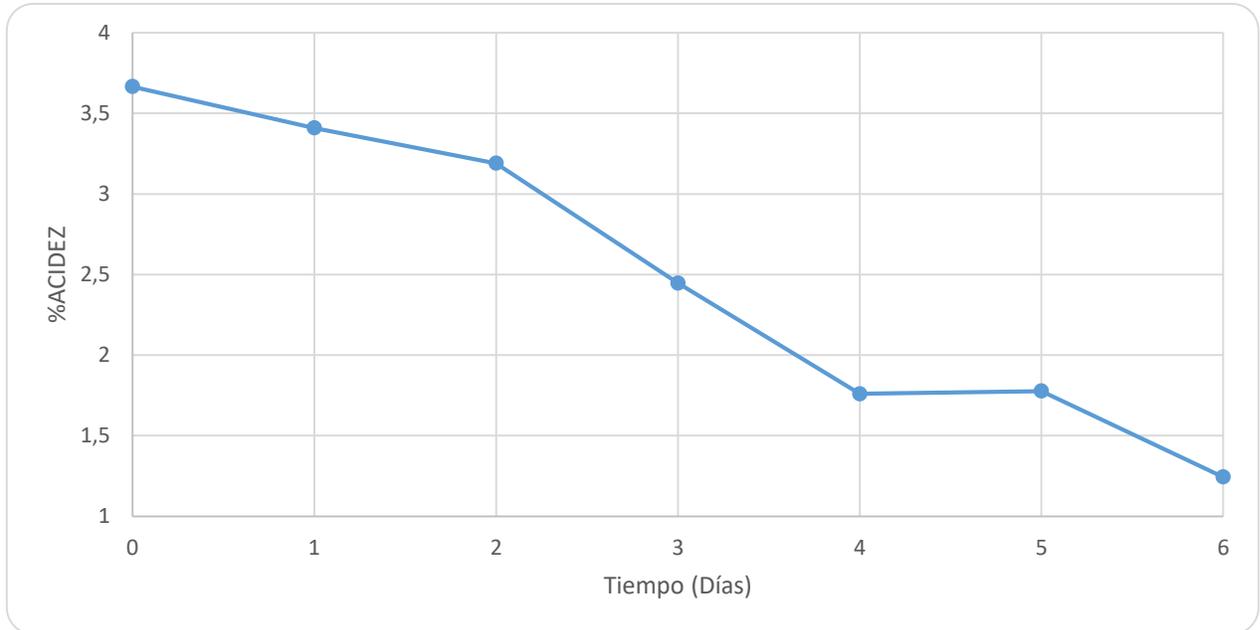
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1	*	0,256667	0,0464901
0 - 2	*	0,476667	0,0464901
0 - 3	*	1,22	0,0464901
0 - 4	*	1,90667	0,0464901
0 - 5	*	1,89	0,0464901
0 - 6	*	2,42333	0,0464901
1 - 2	*	0,22	0,0464901
1 - 3	*	0,963333	0,0464901
1 - 4	*	1,65	0,0464901
1 - 5	*	1,63333	0,0464901
1 - 6	*	2,16667	0,0464901
2 - 3	*	0,743333	0,0464901
2 - 4	*	1,43	0,0464901
2 - 5	*	1,41333	0,0464901
2 - 6	*	1,94667	0,0464901
3 - 4	*	0,686667	0,0464901
3 - 5	*	0,67	0,0464901
3 - 6	*	1,20333	0,0464901
4 - 5		-0,0166667	0,0464901
4 - 6	*	0,516667	0,0464901
5 - 6	*	0,533333	0,0464901

Medias y 95,0% de Fisher LSD



*indica una diferencia significativa.

- **Variación de la acidez en tratamiento 1.**



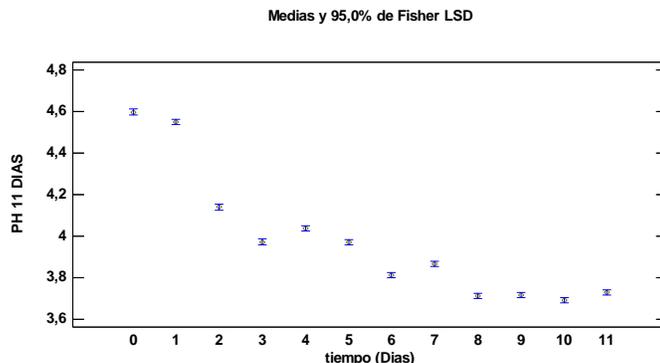
TRATAMIENTO 2

- pH

Pruebas de Múltiple Rangos para pH-2 por TIEMPO-11

Método: 95,0 porcentaje LSD

tiempo (Dias)	Casos	Media	Grupos Homogéneos
10	3	3,69333	X
8	3	3,71333	XX
9	3	3,71667	XX
11	3	3,73	X
6	3	3,81333	X
7	3	3,86667	X
5	3	3,97	X
3	3	3,97333	X
4	3	4,03667	X
2	3	4,14	X
1	3	4,55	X
0	3	4,59667	X

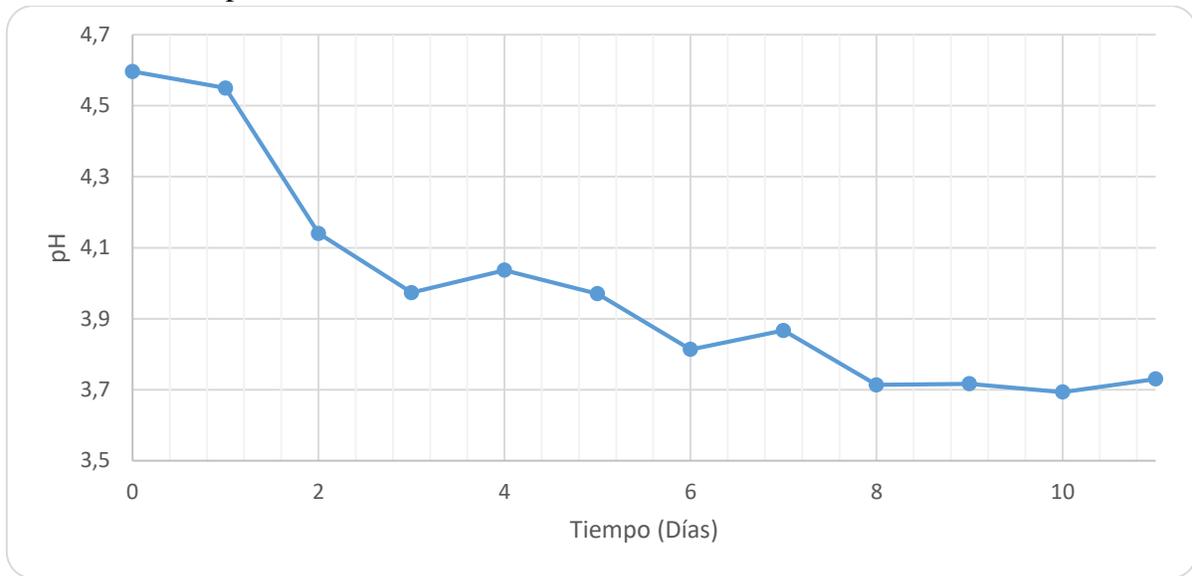


Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1	*	0,0466667	0,0255877
0 - 2	*	0,4566667	0,0255877
0 - 3	*	0,6233333	0,0255877
0 - 4	*	0,56	0,0255877
0 - 5	*	0,6266667	0,0255877
0 - 6	*	0,7833333	0,0255877
0 - 7	*	0,73	0,0255877
0 - 8	*	0,8833333	0,0255877
0 - 9	*	0,88	0,0255877
0 - 10	*	0,9033333	0,0255877
0 - 11	*	0,8666667	0,0255877
1 - 2	*	0,41	0,0255877
1 - 3	*	0,5766667	0,0255877
1 - 4	*	0,5133333	0,0255877
1 - 5	*	0,58	0,0255877
1 - 6	*	0,7366667	0,0255877
1 - 7	*	0,6833333	0,0255877
1 - 8	*	0,8366667	0,0255877
1 - 9	*	0,8333333	0,0255877
1 - 10	*	0,8566667	0,0255877
1 - 11	*	0,82	0,0255877
2 - 3	*	0,1666667	0,0255877
2 - 4	*	0,1033333	0,0255877
2 - 5	*	0,17	0,0255877
2 - 6	*	0,3266667	0,0255877
2 - 7	*	0,2733333	0,0255877
2 - 8	*	0,4266667	0,0255877
2 - 9	*	0,4233333	0,0255877
2 - 10	*	0,4466667	0,0255877
2 - 11	*	0,41	0,0255877
3 - 4	*	-0,06333333	0,0255877
3 - 5		0,003333333	0,0255877
3 - 6	*	0,16	0,0255877
3 - 7	*	0,1066667	0,0255877
3 - 8	*	0,26	0,0255877

3 - 9	*	0,2566667	0,0255877
3 - 10	*	0,28	0,0255877
3 - 11	*	0,2433333	0,0255877
4 - 5	*	0,0666667	0,0255877
4 - 6	*	0,2233333	0,0255877
4 - 7	*	0,17	0,0255877
4 - 8	*	0,3233333	0,0255877
4 - 9	*	0,32	0,0255877
4 - 10	*	0,3433333	0,0255877
4 - 11	*	0,3066667	0,0255877
5 - 6	*	0,1566667	0,0255877
5 - 7	*	0,1033333	0,0255877
5 - 8	*	0,2566667	0,0255877
5 - 9	*	0,2533333	0,0255877
5 - 10	*	0,2766667	0,0255877
5 - 11	*	0,24	0,0255877
6 - 7	*	-0,05333333	0,0255877
6 - 8	*	0,1	0,0255877
6 - 9	*	0,0966667	0,0255877
6 - 10	*	0,12	0,0255877
6 - 11	*	0,08333333	0,0255877
7 - 8	*	0,1533333	0,0255877
7 - 9	*	0,15	0,0255877
7 - 10	*	0,1733333	0,0255877
7 - 11	*	0,1366667	0,0255877
8 - 9		-0,003333333	0,0255877
8 - 10		0,02	0,0255877
8 - 11		-0,0166667	0,0255877
9 - 10		0,02333333	0,0255877
9 - 11		-0,01333333	0,0255877
10 - 11	*	-0,0366667	0,0255877

* indica una diferencia significativa.

- Variación de pH en tratamiento 2



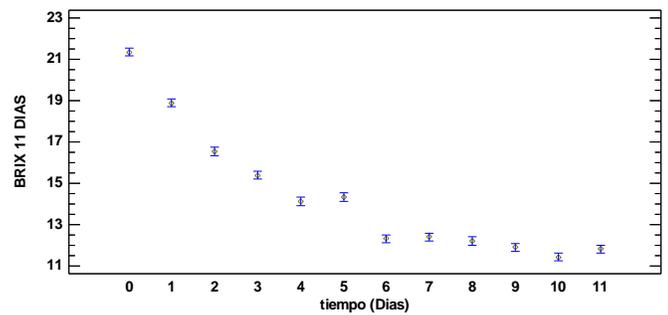
- GRADOS BRIX

Pruebas de Múltiple Rangos para BRIX-2 por TIEMPO-11

Método: 95,0 porcentaje LSD

tiempo (Dias)	Casos	Media	Grupos Homogéneos
10	3	11,45	X
11	3	11,8333	XX
9	3	11,9167	XX
8	3	12,2333	XX
6	3	12,3333	X
7	3	12,4167	X
4	3	14,1333	X
5	3	14,35	X
3	3	15,4	X
2	3	16,5333	X
1	3	18,8833	X
0	3	21,3333	X

Medias y 95,0% de Fisher LSD



Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1	*	2,45	0,395207
0 - 2	*	4,8	0,395207
0 - 3	*	5,93333	0,395207
0 - 4	*	7,2	0,395207
0 - 5	*	6,98333	0,395207
0 - 6	*	9,0	0,395207
0 - 7	*	8,91667	0,395207
0 - 8	*	9,1	0,395207
0 - 9	*	9,41667	0,395207
0 - 10	*	9,88333	0,395207
0 - 11	*	9,5	0,395207
1 - 2	*	2,35	0,395207
1 - 3	*	3,48333	0,395207
1 - 4	*	4,75	0,395207
1 - 5	*	4,53333	0,395207
1 - 6	*	6,55	0,395207

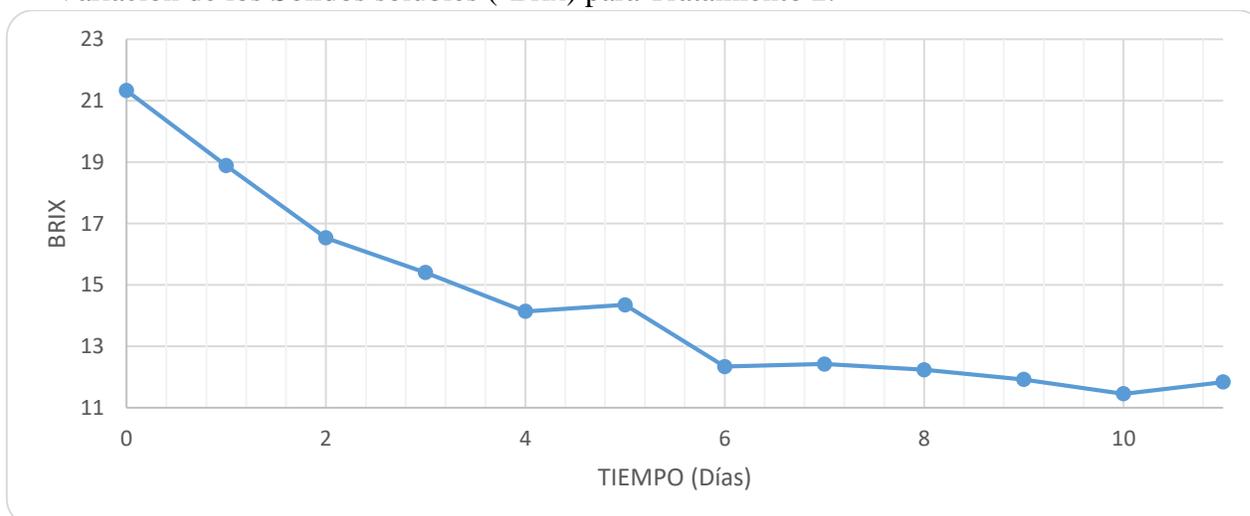
1 - 7	*	6,46667	0,395207
1 - 8	*	6,65	0,395207
1 - 9	*	6,96667	0,395207
1 - 10	*	7,43333	0,395207
1 - 11	*	7,05	0,395207
2 - 3	*	1,13333	0,395207
2 - 4	*	2,4	0,395207
2 - 5	*	2,18333	0,395207
2 - 6	*	4,2	0,395207
2 - 7	*	4,11667	0,395207
2 - 8	*	4,3	0,395207
2 - 9	*	4,61667	0,395207
2 - 10	*	5,08333	0,395207
2 - 11	*	4,7	0,395207
3 - 4	*	1,26667	0,395207
3 - 5	*	1,05	0,395207
3 - 6	*	3,06667	0,395207

3 - 7	*	2,98333	0,395207
3 - 8	*	3,16667	0,395207
3 - 9	*	3,48333	0,395207
3 - 10	*	3,95	0,395207
3 - 11	*	3,56667	0,395207
4 - 5		-0,216667	0,395207
4 - 6	*	1,8	0,395207
4 - 7	*	1,71667	0,395207
4 - 8	*	1,9	0,395207
4 - 9	*	2,21667	0,395207
4 - 10	*	2,68333	0,395207
4 - 11	*	2,3	0,395207
5 - 6	*	2,01667	0,395207
5 - 7	*	1,93333	0,395207
5 - 8	*	2,11667	0,395207
5 - 9	*	2,43333	0,395207
5 - 10	*	2,9	0,395207

5 - 11	*	2,51667	0,395207
6 - 7		-0,0833333	0,395207
6 - 8		0,1	0,395207
6 - 9	*	0,416667	0,395207
6 - 10	*	0,883333	0,395207
6 - 11	*	0,5	0,395207
7 - 8		0,183333	0,395207
7 - 9	*	0,5	0,395207
7 - 10	*	0,966667	0,395207
7 - 11	*	0,583333	0,395207
8 - 9		0,316667	0,395207
8 - 10	*	0,783333	0,395207
8 - 11	*	0,4	0,395207
9 - 10	*	0,466667	0,395207
9 - 11		0,0833333	0,395207
10 - 11		-0,383333	0,395207

* indica una diferencia significativa.

• Variación de los Sólidos solubles (°Brix) para Tratamiento 2.

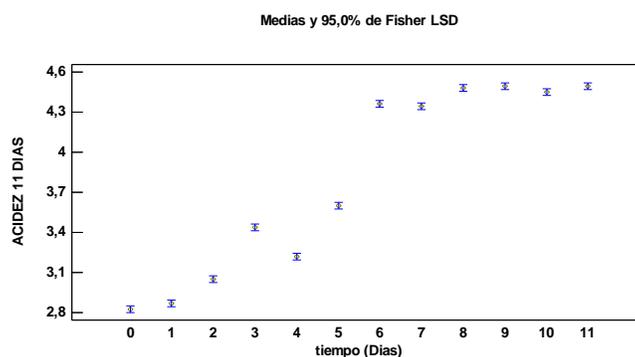


• ACIDEZ TITULABLE

Pruebas de Múltiple Rangos para ACIDEZ-2 por TIEMPO-11

Método: 95,0 porcentaje LSD

tiempo (Días)	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	3	2,83	X
1	3	2,87	X
2	3	3,05	X
4	3	3,22	X
3	3	3,44	X
5	3	3,6	X
7	3	4,34	X
6	3	4,36	X
10	3	4,45	X
8	3	4,48	X
11	3	4,49	X
9	3	4,49	X

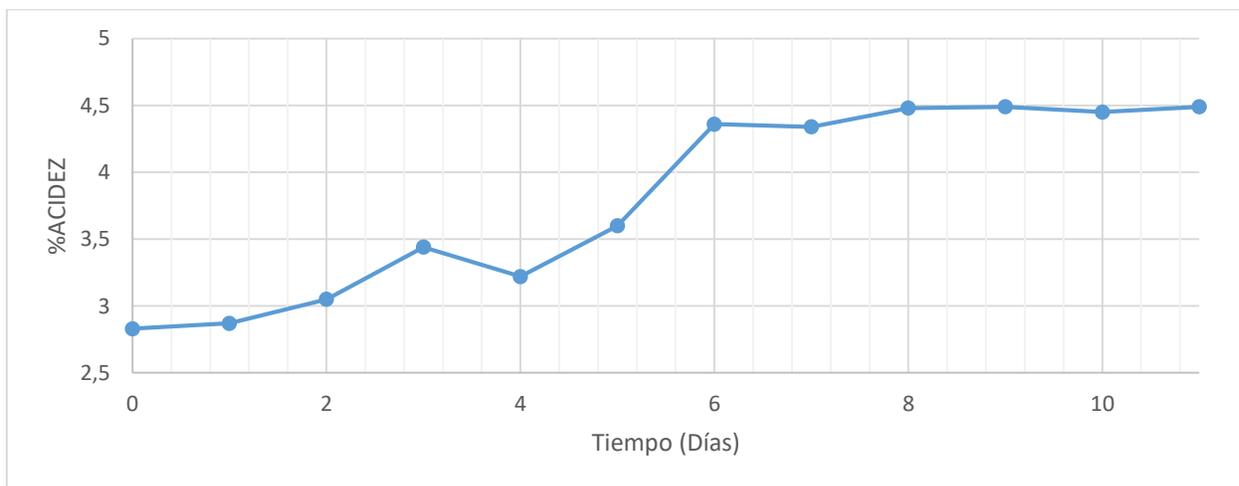


Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 1		-0,04	0,049848
0 - 2	*	-0,22	0,049848
0 - 3	*	-0,61	0,049848
0 - 4	*	-0,39	0,049848
0 - 5	*	-0,77	0,049848
0 - 6	*	-1,53	0,049848
0 - 7	*	-1,51	0,049848
0 - 8	*	-1,65	0,049848
0 - 9	*	-1,66	0,049848
0 - 10	*	-1,62	0,049848
0 - 11	*	-1,66	0,049848
1 - 2	*	-0,18	0,049848
1 - 3	*	-0,57	0,049848
1 - 4	*	-0,35	0,049848
1 - 5	*	-0,73	0,049848
1 - 6	*	-1,49	0,049848
1 - 7	*	-1,47	0,049848
1 - 8	*	-1,61	0,049848
1 - 9	*	-1,62	0,049848
1 - 10	*	-1,58	0,049848
1 - 11	*	-1,62	0,049848
2 - 3	*	-0,39	0,049848
2 - 4	*	-0,17	0,049848
2 - 5	*	-0,55	0,049848
2 - 6	*	-1,31	0,049848
2 - 7	*	-1,29	0,049848
2 - 8	*	-1,43	0,049848
2 - 9	*	-1,44	0,049848
2 - 10	*	-1,4	0,049848
2 - 11	*	-1,44	0,049848
3 - 4	*	0,22	0,049848
3 - 5	*	-0,16	0,049848
3 - 6	*	-0,92	0,049848

3 - 7	*	-0,9	0,049848
3 - 8	*	-1,04	0,049848
3 - 9	*	-1,05	0,049848
3 - 10	*	-1,01	0,049848
3 - 11	*	-1,05	0,049848
4 - 5	*	-0,38	0,049848
4 - 6	*	-1,14	0,049848
4 - 7	*	-1,12	0,049848
4 - 8	*	-1,26	0,049848
4 - 9	*	-1,27	0,049848
4 - 10	*	-1,23	0,049848
4 - 11	*	-1,27	0,049848
5 - 6	*	-0,76	0,049848
5 - 7	*	-0,74	0,049848
5 - 8	*	-0,88	0,049848
5 - 9	*	-0,89	0,049848
5 - 10	*	-0,85	0,049848
5 - 11	*	-0,89	0,049848
6 - 7		0,02	0,049848
6 - 8	*	-0,12	0,049848
6 - 9	*	-0,13	0,049848
6 - 10	*	-0,09	0,049848
6 - 11	*	-0,13	0,049848
7 - 8	*	-0,14	0,049848
7 - 9	*	-0,15	0,049848
7 - 10	*	-0,11	0,049848
7 - 11	*	-0,15	0,049848
8 - 9		-0,01	0,049848
8 - 10		0,03	0,049848
8 - 11		-0,01	0,049848
9 - 10		0,04	0,049848
9 - 11		0	0,049848
10 - 11		-0,04	0,049848

* indica una diferencia significativa.

- Variación de la acidez en tratamiento 2.



ANEXO H. Tablas de conteo de levaduras en placa para la bebida fermentada de naranja.

Crecimiento de levaduras en tratamiento 1 de Naranja.

PROCESO 8 DIAS - TRATAMIENTO 1				
	TANQUE 1		TANQUE 2	
DIA	24 HORAS (Log ufc/ml)	48 HORAS (Log ufc/ml)	24 HORAS (Log ufc/ml)	48 HORAS (Log ufc/ml)
0	6,4	6,1	4,8	5,2
1	7	6,7	8,4	8,1
2	7,3	7,2	7,1	7,5
3	7,5	7,5	7,2	6,9
4	6,8	6,9	6,6	7
5	6,4	6,8	6,5	6,6
6	5,8	6,3	6,2	6,1

Crecimiento de levaduras en tratamiento 2 de Naranja.

TRATAMIENTO 2 - PROCESO 11 DIAS				
	TANQUE 1		TANQUE 2	
DIAS	24 HORAS (log ufc/ml)	48 HORAS (log ufc/ml)	24 HORAS (log ufc/ml)	48 HORAS (log ufc/ml)
0	6,20	6,30	6,54	6,51
1	6,27	6,40	6,94	6,85
2	6,42	6,38	7,00	6,83
3	6,50	6,38	7,10	7,20
4	6,38	6,30	7,47	6,90
5	6,40	6,37	7,52	6,99
6	6,42	6,40	6,80	6,98
7	6,34	5,93	6,76	5,99
8	6,31	5,84	6,50	5,89
9	6,33	5,82	6,68	5,70
10	6,24	5,78	6,47	5,92
11	6,18	5,70	6,26	5,50

ANEXO I. Resultados obtenidos del programa estadístico Statgraphic prueba sensorial y maridaje en tratamiento 2 – 11 días.

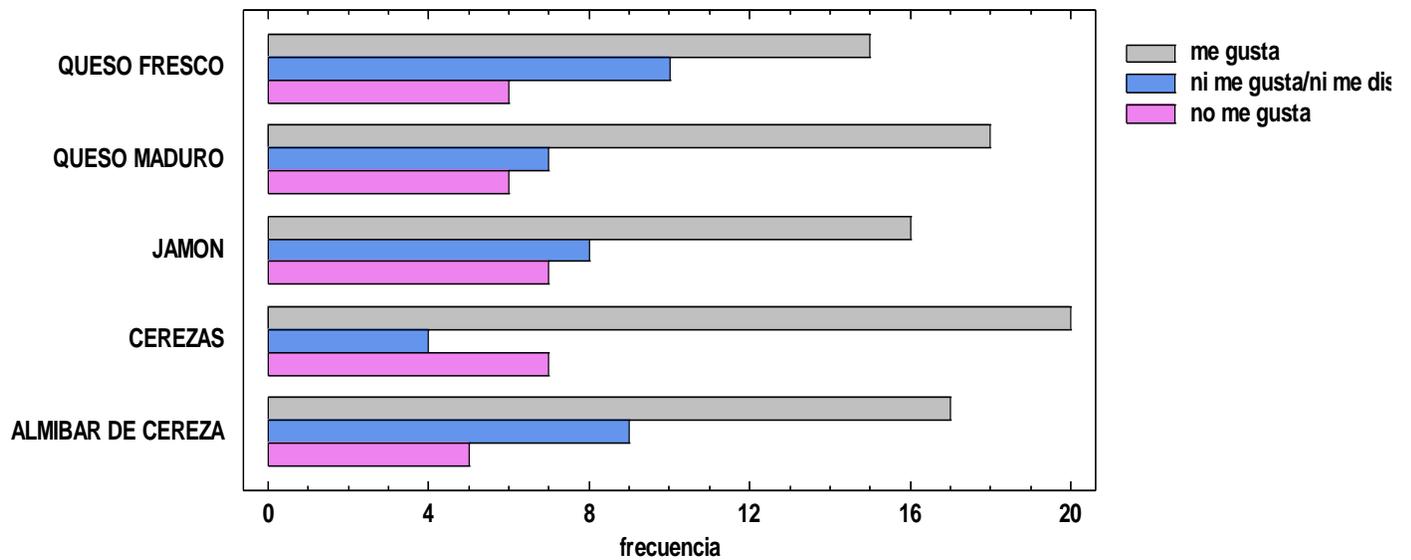
• **RESULTADOS ANALISIS SENSORIAL**

JUEZ	COLOR	AROMA	CUERPO	SABOR	REGUSTO
1	7,0	4,0	4,5	4,0	4,5
2	7,5	8,0	7,0	7,0	7,5
3	8,5	7,5	5,5	6,0	7,0
4	6,5	6,5	5,5	6,0	5,5
5	6,5	8,5	8,0	7,0	7,0
6	6,5	5,5	8,0	5,5	5,5
7	6,0	8,0	6,0	6,0	5,5
8	8,0	7,5	9,0	8,0	8,0
9	8,5	8,5	9,0	9,0	9,0
10	7,0	8,0	6,0	6,0	7,5
11	7,5	8,5	6,5	7,5	7,5
12	8,0	6,5	7,5	7,0	8,0
13	5,5	8,0	6,5	7,0	8,0
14	7,5	6,0	6,0	8,0	7,5
15	7,5	7,0	7,0	7,5	7,5
16	9,0	10,0	8,5	8,5	9,0
17	6,5	6,5	7,0	8,0	7,0
18	5,5	5,5	6,5	8,5	6,5
19	5,0	6,5	6,0	5,5	5,5
20	7,5	8,5	7,0	7,0	8,5
21	7,5	8,0	7,0	7,0	7,0
22	6,5	6,0	9,0	5,5	7,5
23	8,5	8,5	6,5	6,0	5,0
24	7,5	6,0	8,0	6,0	5,5
25	6,5	5,5	6,0	7,0	7,0
26	7,5	6,5	5,0	8,0	7,0
27	7,0	7,5	7,0	7,5	7,5
28	6,5	5,0	7,0	6,0	8,0
29	9,5	8,5	8,5	8,5	9,0
30	8,5	6,0	6,5	8,5	7,5

- RESULTADOS MARIDAJE

	ME GUSTA	NI ME GUSTA/ NI ME DISGUTA	NO ME GUSTA
QUESO FRESCO	14,5	9,5	6
QUESO MADURO	18	6,5	5,5
JAMON	15,5	7,5	7
CEREZAS	20	3,5	6,5
ALMIBAR DE CEREZA	16,5	9	4,5

Diagrama de Barras



ANEXO J. Costos netos Producción

COSTOS DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 1				
MATERIAL	UND	CANT	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Naranja	Kg	120	750	90000
Levadura seca	Kg	0,016	150000	2400
Exprimidor manual	Unidad	3	8000	13500
Tabla para picar	Unidad	2	18000	1000
Cofia	Unidad	6	500	1000
Guantes	Caja	1	17000	17000
Tapabocas	Unidad	6	500	3000
Papel aluminio	m	105	407,1	42750
Tarro de muestra	Unidad	42	300	12600
Corchos	Unidad	100	500	50000
Manguera	m	3	300	900
Gelatina sin sabor	Kg	0,5	16000	8000
Algodón	Bolsa	4	2000	8000
Alcohol	Unidad	3	3000	9000
Botella (750ml)	Unidad	50	300	15000
			TOTAL	\$274.150,00
			Costo/botella	\$ 5.483

COSTO PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 2				
MATERIAL	UND	CANT	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Naranja	Kg	120	750	90000
Azúcar	Kg	5	3150	15750
Levadura seca	Kg	0,016	150000	2400
Exprimidor manual	Unidad	3	8000	13500
Tabla para picar	Unidad	2	18000	1000
Cofia	Unidad	6	500	1000
Guantes	Caja	1	17000	17000
Tapabocas	Unidad	6	500	3000
Papel aluminio	m	105	407,1	42750
Tarro de muestra	Unidad	42	300	12600
Corchos	Unidad	100	500	50000
Manguera	m	3	300	900
Gelatina sin sabor	Kg	0,5	16000	8000
Algodón	Bolsa	4	2000	8000
Alcohol	Unidad	3	3000	9000
Botella (750ml)	Unidad	50	300	15000
			TOTAL	\$289.900,00
			Costo/botella	\$ 5.798